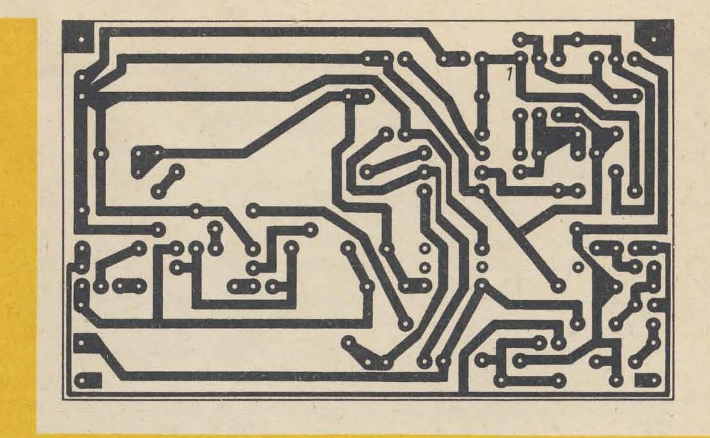


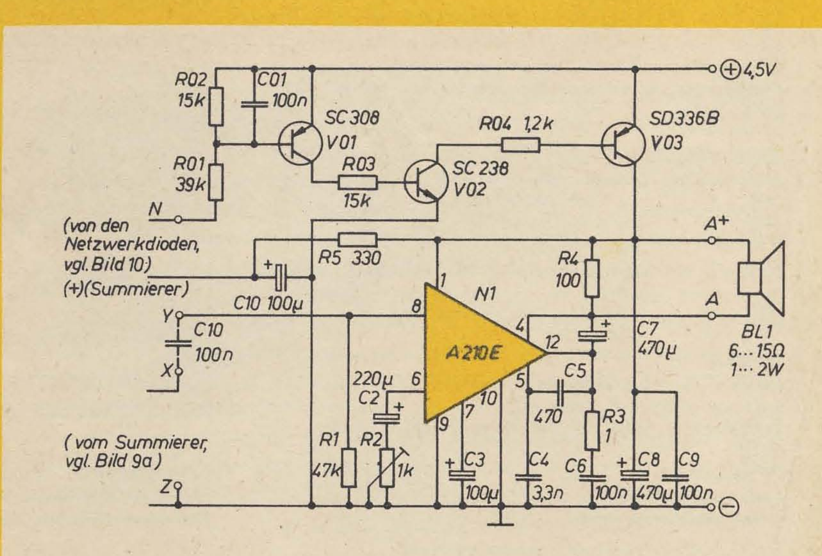


Bauplan 66

ISBN 3-327-00561-3

Klaus Schlenzig

Gegensprechanlage DIALOG 88



Inhalt

1. Einleitung

Die Umsetzung von Schall in elektrische Schwingungen, deren Verstärkung, Weiterleitung und Wiedergabe als aus den elektrischen Schwingungen zurückgewonnene Schallschwingungen gehört zu den wohl meistgenutzten Anwendungen in der »Elektronik des täglichen Lebens«. Ist zwischen Entstehungsort der Schallwellen und Wiedergabeort eine größere Entfernung zu überbrücken oder sollen beliebig viele Aufnehmer die Signale erhalten, bedient man sich der Hochfrequenztechnik als Mittel zur Weiterleitung.

Der Sprechverkehr beispielsweise zwischen wenigen Teilnehmern und innerhalb begrenzter Räume – sieht man einmal vom öffentlichen Telefonnetz ab – ist dagegen am einfachsten über Drahtverbindungen herzustellen. Dabei unterscheidet man zwischen Wechsel- und Gegensprechen. Wechselsprechen war ein beliebtes Mittel besonders in der frühen Transistorzeit, um mit möglichst wenigen der damals noch preisintensiven Bauelemente auszukommen. Es erzog ganz nebenbei zu einer Sprechdisziplin, die ja auch beim Benutzen vergleichbarer Funksprechgeräte erforderlich ist.

Gegensprechen wie etwa beim Telefonieren bedeutet je nach Auslegung des speziellen Systems – grob gerechnet – doppelten Aufwand an Bauelementen. Es bringt außerdem bei der für Sprecheinrichtungen in Wohnungen und Arbeitsräumen meist erwünschten Lautsprecherwiedergabe unter gewissen Randbedingungen die Gefahr von Selbsterregungserscheinungen durch akustische Rückkopplung. Man kann dem aber weitgehend durch 3 Maßnahmen begegnen:
- optimale Anordnung von Sprech- und Wiedergabestellen,
- auf das erforderliche Maß begrenzte Wiedergabelautstärke,
- Schalten der Sprechrichtung nur für die Dauer der Durchsage.

Hinzu kommen Möglichkeiten größeren Aufwands, wie Beeinflussen der Frequenzgänge, automatische Anpassung der Verstärkung an die jeweiligen Verhältnisse. Am wirksamsten erweist sich aber auch beim Gegensprechen das Einhalten einer gewissen Sprechdisziplin. Man sollte dem Partner schließlich nur ins Wort fallen, wenn es die Sache erfordert!

Erstmals in einem Bauplan wird konsequent auf Gegensprechen statt Wechselsprechen orientiert. Das ist möglich geworden zum einen durch das Angebot moderner mikroelektronischer Schaltkreise mit (als Basteltypen) attraktiven Preisen und durch eine mit ihnen erreichbare Schaltungstechnik, die sowohl Übertragungsqualität wie Gebrauchswert einer solchen Anlage erheblich zu verbessern vermag. Gewissermaßen als »Nebenprodukte« werden noch andere kleine nützliche Anwendungen innerhalb des Themas »elektroakustische Übertragungen« vorgestellt, die sicherlich ähnliches Interesse wie das Hauptobjekt finden werden. Das betrifft die immer wieder erforderliche Schallüberwachung von Räumen, wie etwa den »elektronischen Rundgang« bei der Nachtwache im Betrieb oder das »Ohr im Kinderzimmer«.

Weiterhin wird zu einem in anderem Zusammenhang bereits als Schaltung vorgestellten »Schallumsetzer« eine Leiterplatte nachgereicht, nachdem sich diese Einrichtung beim Autor seit langem gut bewährt hat. Sie kommt sogar ohne Schaltkreise aus, hat jedoch mit den anderen Objekten dieses Bauplans 2 Dinge gemeinsam: zum 1. eben, daß sie Schall auf Schall umsetzt, zum 2. aber, daß dies auch im Langzeiteinsatz ganz ohne Netzspeisung möglich ist. Überhaupt nimmt die gewissermaßen signalgeschaltete Stromversorgungstechnik solcher Geräte in diesem Bauplan einen wichtigen Raum ein, erlaubt sie doch z. B. auch den Einsatz dieser modernen Technik an Orten ohne Energienetzanschluß, letzten Endes also eine oft erwünschte Mobilität.

2. Bauelemente für elektroakustische Übertragung

Es sei vorausgesetzt, daß es im folgenden vorwiegend um die verständliche Übertragung von Sprache geht. Das bedeutet ganz andere Anforderungen an Aufnahme- und Wiedergabeteile sowie an den Frequenzgang der Übertragung als für Musikzwecke. Industriell wird man für eine solche Aufgabenstellung also »maßgeschneiderte« Bauelemente einsetzen. Baupläne müssen von den Gegebenheiten des Handels ausgehen. Daher wird im folgenden vor allem am Handelsangebot orientiert.

2.1. Schallwandler

Eines sei vorausgeschickt: Eigentlich jeder der heute erhältlichen Lautsprecher kleinerer Sprechleistung eignet sich im Grunde auch zur Aufnahme von Schall und zu dessen Umsetzung in elektrische Schwingungen. Allerdings gibt es erhebliche Unterschiede in Frequenzgang und Wirkungsgrad. Dabei ist gerade der Typ für unsere Zwecke der günstigste, der nur ein relativ schmales Frequenzband verarbeitet und dabei »ganz nebenbei« meist auch in diesem Bereich einen recht guten Wirkungsgrad hat. Wichtig sind 2 Dinge: daß dieses Frequenzband zwischen etwa 300 Hz und 3 kHz liegt, dem für Sprachübertragung wesentlichen Bereich, und daß sich die Membran schon bei möglichst geringer Schallenergie bewegt und damit die Umsetzung der Schallschwingungen in elektrische Schwingungen (Wechselspannung) bewirkt. (Es sei denn, die Empfindlichkeit auf leise Geräusche steht nicht, wie etwa für Überwachungszwecke, im Vordergrund.)

Wie ein solcher heute im allgemeinen aufgebauter Lautsprecher als Mikrofon wirkt, zeigt Bild 1: Eine mit der Membran verbundene Spule mit einem Wechselspannungswiderstand in der üblichen Größenordnung zwischen 4 und 15 Ω taucht in ein gleichmäßiges Magnetfeld. Wird sie in Bewegung versetzt, entsteht durch die Wechselwirkung der Spule mit diesem Magnetfeld in der Spule eine Spannung, deren Polarität von Windungssinn und Magnetfeldpolung sowie Bewegungsrichtung abhängt. Die Amplitude ergibt sich aus der größten Auslenkung, die Frequenz entspricht der Schallfrequenz. Von der Masse der bewegten Teile und von der Art der Befestigung der Membran hängt es ab, in welchem Frequenzbereich die Amplitude der Wechselspannung tatsächlich der Schallamplitude mit dem gleichen Proportionalitätsfaktor folgt. Einfacher ausgedrückt: Große Massen kommen bei hohen Freqenzen nicht mehr richtig mit. Je steifer außerdem die Aufhängung (und je größer die Masse), um so mehr Mindest-Schallenergie ist nötig, damit sich die Membran überhaupt bewegt. »Weiche« Aufhängung bei großer Masse führt zu tiefer unterer Resonanzfrequenz, umgekehrt haben

typische Hochtonlautsprecher eine »harte« Aufhängung bei relativ kleiner Masse. Ein empfindlicher Lautsprecher für leise Geräusche sollte aber eine kleine Masse und eine weiche Aufhängung haben.

Es gibt also im Grunde nicht »den« für Mikrofonzwecke am besten geeigneten Lautsprecher, sondern man muß auch den genauen Einsatzzweck (Sprechen oder Lauschen) berücksichtigen. Warum aber überhaupt Lautsprecher als Mikrofon, wenn es gar nicht mehr um ihre (ohnehin weitere Kompromisse bedingende) Ausnutzung in beiden Richtungen geht wie bisher beim Wechselsprechen? Ganz einfach – weil Lautsprecher dieser Größenordung im allgemeinen billiger sind als entsprechende Mikrofone, weil man bei ihnen im Angebot eine gewisse Auswahl hat und weil man sie als Amateur vielleicht einmal noch anderweitig nutzen kann.

Die in Bild 2 gezeigten Typen stellen eine kleine Auswahl aus dem Angebot der letzten Zeit dar. Lautsprecher sind langlebige Gegenstände. Darum erkennt man unter den Beispielen auch einige, die aus längst nicht mehr gefertigten Geräten stammen. Man kann ja beim Amateur meist von 2 Gesichtspunkten aus an die Suche nach gerade benötigten Teilen gehen: entweder, man hat so etwas Ähnliches noch irgendwo liegen, oder man sichtet für einige Zeit das Angebot des Fachhandels. Hinzu kommt ein immer mehr genutzter Umstand: Vieles »Ausgediente« wird irgendwann durch Neues abgelöst. Bei aller Liebe – aber ein 25 Jahre altes »Sternchen« kann nun einmal nicht auch noch die Uhrzeit anzeigen, wecken oder die Ortssender auf UKW bringen. Es hat aber neben den inzwischen wahrscheinlich langsam den Reststromtod sterbenden Germaniumtransistoren auch noch einen für uns durchaus brauchbaren kleinen Lautsprecher. Vielleicht läßt man ihn sogar gleich im Gehäuse und ergänzt dieses noch durch Schalter und Anschlüsse für die nötige Zahl von anzusprechenden Teilnehmern, oder man verwendet diese Konstruktion als »Lauschkopf«! So reiht sich dieser Vorschlag in die weiter unten aufgeführten gut ein, was die mögliche konstruktive Ausführung der Sprechverbindungen aus Amateursicht betrifft.

Eigentlich ist nur einer der gezeigten Typen noch relativ neu und hat darum einen entsprechenden Preis. Aber es ist auch gleichzeitig der für Mikrofonzwecke im Bauplansinn am besten geeignete Lautsprecher. Und billiger als ein schließlich für einen wesentlich größeren Frequenzbereich gedachtes Mikrofon ist er immer noch. Mit allen gezeigten Typen wurde ein Test durchgeführt, der sowohl Unterschiede in der Empfindlichkeit erkennen läßt als auch zeigt, wie höhere Frequenzen verarbeitet werden.

Das nämlich bleibt nachzutragen: Für Sprach- und Geräuschübertragungen darf es ruhig nach oben hin etwas mehr sein. Besser jedenfalls mehr Höhen als tiefenbetonte Wiedergabe. Kellertöne und Raumresonanzen sind der Tod jeder verständlichen Sprachübertragung! Um auf den Test zurückzukommen: Eine Taschenuhr und eine kleinere Herren- bzw. eine Damenarmbanduhr (selbstverständlich die »klassischen« Tick-Tacks, keine Digitaluhren!) wurden so nahe wie möglich an die Membran gebracht. Dabei ist gleich eine Warnung am Platze: Mit der noch genutzten 22-Steine-Spezimatik sollte man das nicht machen, aber eine ausgediente Billiguhr kann schon einmal in das Magnetfeld eines Lautsprechers gebracht werden. Sie braucht weder vorher noch nachher genau zu sein, Hauptsache, es tickt. Und eben dieses Ticken ist ein guter Indikator für die Eigenschaften des als Mikrofon genutzten Lautsprechers ebenso wie auch der Übertragungsstrecke, also des Verstärkers und des Wiedergabelautsprechers. Es zeigte sich, daß die untersuchten Typen nicht nur recht unterschiedliche Ansprechempfindlichkeitsschwellen haben, sondern auch, daß gerade die größeren unter ihnen von den hohen Tickfrequenzen nicht mehr viel weitergeben.

Nach einer solchen Vorauslese fällt es leichter, die verfügbaren Modelle optimal ihren Aufgaben zuzuordnen. Das heißt im Bauplanmaßstab, sie als Lauschmikrofon, als Sprechmikrofon oder auf der Wiedergabeseite zu nutzen. Diese Ergebnisse und die Entscheidung für die kleinen Modelle in den beiden erstgenannten Kategorien erleichterten dann auch die

Wahl passender Behälter, die im konkreten Falle mindestens mit einem Vorverstärker und mit einer Langlebensdauer-Spannungsquelle auszustatten waren. Zwar größer als diese Modelle, jedoch auf Grund des höhenbetonten Frequenzgangs für die »Seitenlinie« der im folgenden vorgestellten Objekte gut geeignet ist der Hochtonlautsprecher des abgebildeten Sortiments. Er war vor einiger Zeit in größeren Mengen recht billig im Angebot. Seine relativ kleine Ansprechempfindlichkeit erwies sich für den Einsatzzweck eher als Vorteil, ließ sich doch so – in Verbindung mit der Auslegung der Gesamtschaltung – Ansprechen auf Fremdschall weitgehend vermeiden. Da er im noch näher beschriebenen Fall auch für die Wiedergabeseite geeignet war, trug eine durch den niedrigen Preis erleichterte »Vorratswirtschaft« älterer Technik Früchte.

2.2. Schalter

Nur eine einfache Lauschverbindung in »Langlebensdauerschaltung« kommt ohne jeden Schalter aus, sofern man das dann unter Umständen ständig präsente Signal akzeptiert. Bereits die »Zeitselektion« auf den gewünschten Zeitraum hin, etwa das gezielte Abfragen mehrerer Räume oder die Beschränkung auf besondere Fälle, wie Krankenüberwachung u. ä., legt einen Schalter für die Stromversorgung bzw. für die gewünschte Richtung nahe. Zwingend wird ein solcher Schalter, wenn der Energiebedarf netzunabhängiger Einrichtungen nicht auf andere Weise »dosiert« werden kann.

Der einfachste Schalter, der nur eine eingebaute Batterie zu verwalten hat, kann meist ein anspruchsloser Allzweckschalter sein, wie sie das Sortiment von Elektroläden bietet. In Verbindung mit der Nutzung eines Taschenlampengehäuses als günstigen Batteriehalter und gleichzeitig auch für Mikrofon und Verstärker kann oft schon der im Gehäuse enthaltene Schalter für die Batterie weiterhin benutzt werden.

Sollen dagegen Signalwege geschaltet werden oder wenn es nötig ist, mehrere Kontakte zu öffnen oder zu schließen, kommt man meist um einen ausgesprochenen »Schwachstromschalter« nicht herum. Solche Modelle sind zwar bezüglich der Schaltströme nach oben begrenzt. Aber das hat den positiven Effekt, daß sie eben gerade bei kleinen Signalenergien noch sichere Kontakte geben. Nicht umsonst greift beispielsweise der Tontechniker stets nach den Steckverbindern und betätigt sie, sofern das im Betrieb zulässig ist, wenn es Übertragungsprobleme gibt. Fremdschichten, die für kleine Signalspannungen unüberwindliche Barrieren darstellen können, werden so »wieder einmal« beseitigt. Es gibt spezielle Kontaktmittel, die das auch tun, wenigstens für eine Weile, aber viele Techniker schwören auf Pulmotin.

Wie auch immer – Signalwege sollten möglichst wenig Kontaktstellen aufweisen. Dabei schneiden speziell konstruierte Schalter mit »Selbstreinigungseffekt« beim Betätigen noch recht gut ab. Dem Amateur steht als relativ universeller Miniaturschalter – auch für Speiseströme in der im vorliegenden Zusammenhang auftretenden Höhe – der sogenannte Simeto-Schalter zur Verfügung. Er hat 2 Umschalter und ist in Bild 3 neben einer selbstrastenden Einzeltaste zu erkennen, die das gleiche Schaltprogramm bietet. Dem kleineren »Simeto« gegenüber hat diese Taste, die es wahlweise auch gleich in nichtrastender Ausführung gibt, einen Vorteil: Hebt man die kleine Federzunge an und entfernt den dadurch zugänglich werdenden kurzen Raststößel, so kann man bei Bedarf eben auch eine nichtrastende Taste gewinnen.

Sollen mehrere Teilnehmer (auch einzeln) angesprochen werden, findet man im Handel meist aus diesen Tasten zusammengesetzte Aggregate mit unterschiedlicher Anzahl von Tasten. Für den Normalbetrieb sind solche, die sich gegenseitig ausrasten, zu empfehlen. Bisweilen kann aber auch ein Drehschalter sinnvoll sein.

2.3. Elektronische Bauelemente

Mit den Mitteln der modernen Mikroelektronik lassen sich einmal formulierte Aufgabenstellungen recht rationell und exakt lösen. Seit man nicht mehr genötigt ist, seine Transistorstufen selbst zu dimensionieren (wenn das auch für spezielle Zwecke noch nützlich sein kann), gelangt man viel schneller von der Idee zum Ziel. Besonders augenfällig ist das eben im Bereich der Analogverstärkertechnik, um die es sich ja hier handelt. Schallschwingungen oft geringer Amplitude sollen, nachdem sie vom Schallwandler (siehe Abschnitt 2.1.) in elektrische Schwingungen umgesetzt worden sind, mindestens im interessierenden Frequenzbereich naturnahe verstärkt und wieder als Schall ausgegeben werden.

An der Schwingspule eines zum Mikrofon »beförderten« Kleinlautsprechers entstehen bei normaler Sprachlautstärke nur geringe Wechselspannungsamplituden. Sie liegen im unteren Millivoltbereich. NF-Verstärkerschaltkreisen bereitet es jedoch geringe »Mühe«, bei entsprechender Betriebsspannung mit dieser kleinen Eingangsaussteuerung Lautsprecher mit der erforderlichen Wechselspannung zu versorgen. Verständlich, daß mit zunehmender Aussteuerung dabei auch die Stromaufnahme wächst. Man kommt so schnell in den Bereich einiger hundert Milliampere. Trotz des guten Wirkungsgrades eines solchen Schaltkreises muß man darum darauf achten, daß er thermisch nicht überfordert wird. Denn je mehr Leistung umgesetzt wird, um so mehr bleibt auch als Wärmeenergie im Schaltkreis selbst. Ein gewisser Schutz gegen Überlastung bei den vorliegenden Bedingungen besteht schon in der Wahl einer nicht allzu hohen Betriebsspannung. Bei zu hoher Eingangsspannung (Rufen oder laute Geräusche) gelangt dann der Verstärker zwar schneller an die Grenze seiner Aussteuerbarkeit, aber er bleibt uns erhalten. Abgesehen davon sind moderne NF-Leistungsverstärkerschaltkreise auch durch eine ganze Reihe von Schutzmaßnahmen gegen Überlastung gesichert. Das führt dann im Überlastungsfall nicht mehr zum Ausfall, sondern nur zum zeitweisen »Aussteigen«, d. h., die Leistung wird begrenzt.

Der in diesem Bauplan benutzte NF-Schaltkreis *A 210 E (K)* ist zwar nicht gerade die jüngste Schöpfung des Kombinats Mikroelektronik. Man erhält ihn jedoch noch immer – besonders als preisgünstigen Amateurtyp mit *R* statt *A* in der Typenbezeichnung – vielerorts. Er reicht für die geplante Anwendung völlig aus und hat gegenüber manch neuerem, für höhere Leistung bei auch höherer Betriebsspannung gedachtem Typ schon bei nur 4,5 V Speisespannung ausgezeichnete Eigenschaften. Darauf aber sollte es u. a. ankommen: Je niedriger die untere Betriebsspannungsgrenze, um so leichter ist netzunabhängige Mobilität in Verbindung mit günstigen Langlebensdauer-Primärelementen zu erreichen.

Allerdings muß man bei solchen Leistungsverstärkern auch mit einigen Milliampere Ruhestrom rechnen, wenn überhaupt nichts weiter geschieht. Hier beginnt der Bereich, wo moderne Transistoren optimal eingesetzt werden können. In der Gegensprechanlage dieses Bauplans wurde dazu ein *SD 336* oder ein ähnlicher pnp-Kleinleistungstyp benutzt. Sein zulässiger Strom ist groß genug, um den Verstärker auch bei größerer Aussteuerung zu speisen. Mit einem weiteren Siliziumtransistor, dem npn-Typ *SC 238*, wird die erforderliche Steuerleistung aufgebracht, und das Ganze ergibt eine Schaltautomatik für den *A 210 E*.

Die eigentliche Signalvorverstärkung übernehmen dagegen Operationsverstärker der bewährten Open-collector-Reihe, oft auch »die Wirtschaftlichen« genannt. Ihr Preis liegt ebenfalls erfreulich niedrig und tritt damit in Konkurrenz zum Einzeltransistor, dem sie auf bestimmten Gebieten aber weit überlegen sind. Das beginnt bereits beim Bereich der erforderlichen Betriebsspannung. Schon 2× 1,5 V bei symmetrischer oder 3 V bei unsymmetrischer Betriebsart reichen aus, manches Problem zu lösen. Und das bei einem Eigenstrombedarf im oberen Mikroamperebereich und einer minimalen Außenbeschaltung. Bekanntlich genügen ja 2 Widerstände, um einen Operationsverstärker in seiner Verstärkung einzustellen.

Dabei geht es im vorliegenden Zusammenhang gar nicht einmal einfach um »Verstärken« schlechthin. Ausgenutzt werden spezielle Eigenschaften von Operationsverstärkern, die eben nur sie bieten und durch die noch ganz bestimmte, bei Lausch- und Sprechverbindungen auftretende Probleme schnell und elegant beherrscht werden können. All das erst führt zu dem einleitend angesprochenen Qualitätssprung.

Widerstände, Kondensatoren und Dioden sind wieder die üblichen weiteren Bauelemente, ohne die nun einmal die meisten Schaltungen nicht funktionieren. Bild 4 zeigt eine Auswahl der in den im folgenden beschriebenen Objekten benutzten elektronischen Bauelemente.

3. Schaltungstechnik für Sprech- und Lauschzwecke

Die »klassische« Sprechverbindung nach dem früher durchaus sinnvollem bauelementesparenden Wechselsprechprinzip ist in Bild 5 der Vollständigkeit halber nochmals skizziert. Gesprochen werden konnte nur jeweils in einer Richtung. Meist wurden die gesamte Verstärkung und der Schaltmechanismus in der sogenannten Hauptstelle konzentriert. In der Nebenstelle war ein Rufgenerator untergebracht, falls dazu die Notwendigkeit bestand. Diese Anlage kam mit 2 Drähten zwischen beiden Teilen aus. Aufwendiger waren die Schaltmaßnahmen. Galt es doch, Ein- und Ausgang des Verstärkers ständig zwischen Eigenlautsprecher (beim Sprechen als Mikrofon, beim Hören als Lautsprecher benutzt) und dem am anderen Leitungsende liegenden Nebenstellenlautsprecher umzuschalten. Jener fungierte entsprechend in umgekehrter Reihenfolge. Dieses Umschalten mußte 2polig vorgenommen werden. Anders ließen sich kaum Selbsterregungserscheinungen durch Masseleitungskopplungen vermeiden.

Die wechselweise Verwendung der beiden Lautsprecher auch als Mikrofone brachte stets Probleme durch Frequenzgang und Empfindlichkeit mit sich, wie sie in Abschnitt 2. bereits diskutiert worden sind. Das zwang u. a. zur Hochpaßankopplung der Mikrofonseite, um (bei Verlust an Signalenergie) die Sprachwiedergabe zu verbessern. Schaltungsmaßnahmen erforderte auch die in der Hörrichtung lange Zuleitung. Zwar erlaubte die niederohmige Quelle auch entsprechend niederohmigen Abschluß auf der Hauptstellenseite, doch die zudem von der Schaltungstechnik her meist unsymmetrische Leitung brachte dennoch oft schwer auszufilternde Brumm- und Rundfunkstörungen in die Anlage. Das Verhältnis von Nutz- und Störpegel war einfach zu ungünstig. Mit Übertragern an Anfang und Ende einer solchen Verbindung ließe sich der Spannungspegel auf der Leitung erhöhen, und es wären Maßnahmen möglich, um die Störeinstreuungen zu verringern. Dazu wird die leitungsseitige Wicklung in 2 symmetrische Hälften geteilt, und den so entstandenen Mittelanschluß legt man an Masse. Störungen, die meist beide Leitungsadern im gleichen Sinne erreichen, werden so für den Verstärker unwirksam (Bild 6).

»Bewickelte Bauelemente« sind nun allerdings nicht gerade billig, wenn sie bestimmte Frequenzforderungen erfüllen sollen. Im Sprechverkehr benutzte man kleine Ausgangsübertrager, die in älteren Transistorgeräten noch anzutreffen sind.

Der gleiche Effekt ergibt sich jedoch auch ohne solche Bauelemente, wenn man Operationsverstärker im symmetrischen Betrieb einsetzt. Das erfordert jedoch 2 Spannungsquellen. Ältere Typen von Operationsverstärkern brauchten außerdem relativ hohe Speisespannungen. Im ganzen wird verständlich, warum im Amateurbereich lange Zeit von solchen Möglichkeiten kein Gebrauch gemacht wurde. Mit den heute verfügbaren Typen entfallen diese Schranken. Entsprechende Lösungen werden daher im folgenden vorgestellt.

Höheren Pegel auf der Leitung ohne Übertragerkopplung ergibt dagegen die Kombina-

tion von Mikrofon und Verstärker am gleichen Ort. Das bedeutet aber mehr Aufwand, wenn es nicht nur um eine lediglich in dieser einen Richtung erforderliche Lauschverbindung geht. Daß dieser Aufwand unter heutigen Bedingungen jedoch keine entscheidende Rolle mehr spielt, wurde bereits angedeutet. Das in früheren Schaltungen bei netzfreiem Betrieb dann auftretende Problem, die Spannungsversorgung »vor Ort« schalten zu müssen, löst sich durch moderne Schaltungstechnik nahezu »von selbst«.

4. Gegensprechanlage DIALOG 88

Die im folgenden beschriebene Anlage eignet sich sowohl für den Sprechverkehr zwischen nur 2 Orten wie – bei immer noch recht günstigem Gesamtaufwand – auch für mehrere Teilnehmer. Alle sind gleichberechtigt. So erlaubt die angewendete Schaltungstechnik beispielsweise auch, 2 unabhängig eingerichtete, jedoch nach dem gleichen Prinzip gebaute Sprechverbindungen auf einfachste Weise zu einer größeren Anlage mit 4 gleichberechtigten Teilnehmern zu verknüpfen. Das erreicht man durch Hinzufügen eines Wahlschalters in den Sprechstellen und eines Widerstands sowie einer Diode in den Wiedergabeteilen.

Die Anlage benutzt Sprechstellen mit Mikrofon (Kleinlautsprecher) und Verstärker. Der dadurch gegen Störeinflüsse genügend angehobene Signalpegel wird zur Gegenstelle über eine 2adrige Leitung geführt, die aus einfachem »Klingeldraht« bestehen kann. Welche Gegenstelle (bei mehreren Teilnehmern) das ist, entscheidet man an einem Schalter in der Sprechstelle. Dort können auch mehrere Teilnehmer gleichzeitig angewählt werden, ohne daß es auf Grund der benutzten Schaltungstechnik Probleme gibt. Als »Option« sollte man in den Wiedergabeteilen bei mehr als 2 Teilnehmern eine Sichtanzeige anbringen, die darüber informiert, von welchem Teilnehmer der Ruf kommt. Das dürfte allerdings nur dann nötig werden, wenn nicht immer der gleiche Teilnehmer von der gleichen Stelle aus ruft. Diese zusätzliche Signalisierung erfordert etwas mehr Aufwand, ist aber mit den gleichen Maßnahmen zu realisieren, wie sie auch bei der Fernschaltung des Wiedergabeverstärkers genutzt werden. Diese Fernschaltung stellt sicher, daß der Endverstärker nur so lange eingeschaltet ist, wie man ihn wirklich braucht, und erlaubt netzfreien Betrieb.

In der angesprochenen Stelle befindet sich ein gleicher Mikrofonverstärker, der nun zur Antwort eingeschaltet wird. Anwählen des Partners und Einschalten der Versorgungsspannung lassen sich mit einer geeigneten Mehrfachtaste auch koppeln. Jedoch ist das Abschalten der Versorgungsspannung selbst bei der angewendeten Schaltungstechnik nicht mehr zwingend erforderlich. Besonders bei Betrieb aus Monozellen entspricht der Ruhestrombedarf des Mikrofonverstärkers grob gerechnet der Lagerzeit der Zellen. Das gilt auf jeden Fall dann, wenn man sich beim Schalten zu einem durch die verwendeten Sprechstellengehäuse naheliegenden Einsatz der in diesen Gehäusen vorhandenen 1poligen Schalter entschließt. Es hat sich nämlich gezeigt, daß bereits beim Schalten nur des negativen Versorgungszweiges die Stromaufnahme der Open-collector-Verstärker auf etwa 10% des sonst auftretenden Wertes sinkt.

Weit wichtiger ist, daß im Wahlschalter, der bei mehr als 2 Teilnehmern erforderlich wird, im Ruhezustand die dem Prinzip entsprechenden Potentialverhältnisse für den Endverstärker der Gegenstelle(n) gewährleistet sind. Das bedeutet: Die Sprechstelle schaltet den Endverstärker dadurch ein, daß sie seinen Automatikeingang an Masse legt. Masse aber führt – bei der eingestellten starken Gleichspannungs-Gegenkopplung mit wenigen Millivolt Fehler garantiert – der Ausgang des Mikrofonverstärkers bei symmetrischer Speisung. Es ist unwahrscheinlich, daß sich diese Speisespannung so weit vom Symmetrischen entfernt, daß dadurch die Automatik nicht mehr ordnungsgemäß funktioniert.

Auf diese Automatik wird in Zusammenhang mit der Vorstellung des End- oder Wiedergabeverstärkers noch näher eingegangen. Das gilt auch für die andere Besonderheit der Wiedergabeseite, den Summierer für die unabhängige Einspeisung aller Signalquellen.

Zu diesen Signalquellen können außer den Sprechstellen der einzelnen Teilnehmer beispielsweise bei Bedarf auch länger eingeschaltete Lauschstellen gehören, also etwa das Kinderzimmer. Nur bedeutet das dann doch irgendwann die Entscheidung, ob man diese Wiedergabestelle weiterhin aus einer Batterie speisen kann. Allerdings gibt es dazwischen noch die nicht weiter ausgestaltete Möglichkeit, nicht mit dem »Nullpegel« zu schalten, sondern mit einem Signal, das auf Gefahr schließen läßt. Auch das kann mit Operationsverstärkern relativ unproblematisch realisiert werden.

Sogar noch einfacher gestaltet sich die bei entsprechend nahen Ortssendern auf Mittelwelle gegebene Erweiterung. Mit einem antennenseitig ortsabhängig »dosiertem« Aufwand von 1 m Draht oder mehr und einem Wahlschalter nach Masse kann man bei Bedarf schnell einmal Nachrichten und Wetterbericht hören. Ständige Hintergrundmusik, in die hinein selbstverständlich wieder jeder Teilnehmer sprechen kann, legt ebenfalls die Überlegung nach Netzspeisung dieser Wiedergabestelle nahe.

Der Summiereingang hat neben der Signaltrennung, von den einzelnen Quellen her gesehen, noch eine weitere vorteilhafte Eigenschaft: Jedes ankommende Signal kann ganz »individuell« in seiner Lautstärke eingestellt werden, wenn man die Summierwiderstände (teilweise) als Stellwiderstände ausführt.

Sprech- und Wiedergabestelle sind jeweils durch eine 2adrige Leitung zu verbinden. Allenfalls kann man die Masseader gemeinsam ausnutzen, doch das sollte von Fall zu Fall untersucht werden. Eine komplette Gegensprechverbindung ergibt sich also, wenn zwischen beiden Teilnehmern eine insgesamt 4adrige Leitung gezogen wird. Da es solche Leitung im Heimwerkerbedarf als »Bastelleitungs«-Ringe (15 m) gibt, läßt sich das leicht akzeptieren.

4.1. Sprechstelle

Bild 7 zeigt einen Übersichtsschaltplan zur Gesamtlösung. Daraus erkennt man die Zuordnung der Sprechstelle, die jeder Teilnehmer neben dem Wiedergabeverstärker braucht. Dabei hat er, sofern nicht noch für Lauschzwecke oder zum gelegentlichen Rundfunkhören verwendet, keinen Zugriff zum Wiedergabeteil – es sei denn, man bringt dort noch einen Trennschalter an, wenn unbedingte Ruhe gewünscht wird. Zwischen diesem Extremfall und der ständigen Bindung an die anderen Sprechstellen gibt es aber mindestens noch die bereits angedeutete Möglichkeit einer optischen Signalisierung, auf die hier nicht weiter eingegangen wird.

Die Sprechstelle ist also der »Bedienort« für jeden Teilnehmer. Er wählt an ihr – wenn mehr als 2 Stellen betrieben werden – den gewünschten Teilnehmer an und schaltet gleichzeitig dessen Stromversorgungsautomatik für die Dauer der Durchsage ein.

Die Sprechstelle besteht im einfachsten Falle aus Mikrofon (in unserer Lösung Kleinlautsprecher), Open-collector-Operationsverstärker, 2 Primärelementen (R20, R14 oder R6, je nach gewähltem Gehäuse und Häufigkeit der Benutzung) sowie einem Schalter. Dieser Schalter ist mindestens ein 1poliger Einschalter, was bei R20-Elementen akzeptiert werden kann. Er wird in diesem Falle jedoch nicht zum Schalten der Batterie verwendet, sondern liegt im Signalzweig.

Es gibt einen Grund, diesen Schalter bei Bedarf zu einem Umschalter zu erweitern. Das ist mit etwas Geschick durchaus sogar durch Einbau eines Gegenkontakts am Taschenlampenschalter (also im Gehäuse der »zweckentfremdeten« Lampe enthaltenen) möglich. Dieser Grund tritt in der Gegenstelle auf, wenn dort auch Rundfunk gehört werden soll. Dann wir-

ken nämlich die im Ruhezustand offenen Leitungen von den Sprechstellen als Antennen. Das bezieht sich weniger auf den ja sowieso eingeschalteten Ortssender (es sei denn, davon gibt es mehrere), als auf erst abends wirksam werdende andere nahe Störer. Besonders die Drosseln von Leuchtstofflampen bringen dann ein je nach Signalpegel mehr oder weniger störendes schnarrendes Untergrundgeräusch. Ein Kondensator zwischen 0,1 und 1 μF von Masse her erwies sich als wirksames Mittel gegen diesen Schönheitsfehler. Legt man ihn einfach an die offene Leitung, befindet er sich beim Sprechen parallel zum Ausgang des Mikrofonverstärkers. Daher wird er mit dem zusätzlichen Kontakt nur dann an die Leitung angeschaltet, wenn (im Ruhezustand der Sprechstelle) der Weg zum Ausgang geöffnet ist (oberer Schalter in Bild 7a). Statt der Eigenbaumaßnahme läßt sich allerdings besser mit einem Simeto-Schalter das Gleiche erreichen, es sei denn, er paßt nicht mehr in das vorhandene Gehäuse.

Auf Grund der niedrigen möglichen unteren Betriebsspannungsgrenze des verwendeten Operationsverstärkers kommt die Schaltung mit 2 Primärelementen zu je 1,5 V Nennspannung aus. Tatsächlich liegt die Ruhespannung dieser Elemente heute meist um 1,6 V, und bei der geringen Belastung mit weniger als 400 μA bleibt es auch – je nach Typ – bis zum Auftreten von »Alterserscheinungen« (z.B. Austrocknen) oft nahezu bei diesem Wert. Schaltet man – was bei Einsatz eines Simeto-Schalters ja ohne weiteres möglich ist – wenigstens den negativen Zweig im Ruhezustand ab, so wird die Zelle auf der positiven Seite nur noch mit rund 10% des vorher fließenden Stroms beansprucht. Um dem Rechnung zu tragen, sollten vielleicht etwa vierteljährlich (bei R20) die Zellen gegeneinander ausgetauscht werden. Allerdings dürften meist exemplarabhängige Unterschiede in den Zellen deren Langzeitverhalten stärker beeinflussen als dieser geringe Dauerstrom.

Als günstigste Ankopplung des Mikrofons erwies sich die in Bild 8, dem Stromlaufplan der Sprechstelle, gezeigte. Die Kondensatorkopplung stellt sicher, daß sich über diesen Zweig nur der Wechselstromweg schließt. Die beiden relativ niederohmigen Widerstände von den Eingängen nach Masse stellen den erforderlichen Gleichstrompfad für die Eingangstransistoren sicher, ohne daß die Wechselspannungsquelle wesentlich belastet wird.

Die am Modell gemessenen 23 mV Abweichung der Ausgangsspannung vom Massepotential sind vorwiegend Ergebnis des Spannungsoffsets, da der Eingangsstrom über den niedrigen Ableitwiderständen nur wenig Spannungsdifferenz erzeugt. Die Gleichspannungsverstärkung ist maximal 30fach. Die Wechselspannungsverstärkung liegt wesentlich höher entsprechend dem niedrigen Quellwiderstand des Mikrofons. Da man sie kaum in voller möglicher Höhe braucht, ist der Gegenkopplungswiderstand stellbar ausgeführt. In gleichem Maße, wie dadurch die Wechselspannungsverstärkung zurückgenommen werden kann, verringert sich auch die Gleichspannungsverstärkung.

Bei Open-collector-Operationsverstärkern ist eigentlich das untere Extrem, nämlich eine sehr kleine eingestellte Verstärkung, problematischer als solche eben diskutierten Effekte. Das liegt an ihrer Neigung zum Schwingen, wenn man unter etwa 20 dB Spannungsverstärkung geht (also 10fache Verstärkung). Je kleiner der Kollektorwiderstand, ohne den diese Typen eben wegen ihres offenen Kollektorausgangs nicht auskommen, um so weniger besteht diese Gefahr. Wenn auch in der Sprechstelle kaum solche kleinen Werte eingestellt werden müssen, so sollte diese Problematik doch bereits jetzt angesprochen werden. Sie ist auf der Wiedergabeseite beim Summierverstärker gegeben. Praktisch erwies sich im vorliegenden Zusammenhang aber auch dort der benutzte Typ *B 861 D* als stabil selbst bei Verstärkungen um nur 10 dB. Man kann dort allerdings bei kritischen Fällen auch durch einen Eingangsspannungsteiler am Endverstärker und durch Einstellen einer entsprechend kleineren Verstärkung des Endverstärkers selbst immer in den sicheren Bereich gelangen.

Der Stromlaufplan nach Bild 8, zu dem weiter unten eine Leiterplatte angegeben wird, läßt im praktischen Einsatz Variationen nicht nur bezüglich der wählbaren Verstärkung zu.

Dargestellt wurde zwar nur die Möglichkeit, die negative Seite der Betriebsspannung zu schalten, da diese den wesentlichen Anteil an der Stromaufnahme hat. Man kann aber selbstverständlich bei höherem Schalteraufwand auch beide Seiten abschalten. Das dürfte beim Einsatz von R6-Elementen zu überlegen sein.

Eingangsseitig bietet sich ebenfalls ein weites Feld von Möglichkeiten. Ausgangspunkt dieser Schaltung, die sich also bereits auf anderer Ebene ausgezeichnet bewährt hat, war ein Mikrofonverstärker, dessen Mikrofon mit dem Verstärkereingang durch eine relativ lange Leitung [etwa 15 m »quer durch die (an Störfeldern nicht gerade arme] Wohnung«) verbunden war. Der symmetrische Betrieb erwies sich dieser extremen Situation gegenüber als außerordentlich störfest. Im Abschnitt »Lauschverbindungen« soll darauf noch kurz eingegangen werden.

Ob das Mikrofon hinter einer solchen langen Leitung oder auch direkt am Verstärker angebracht ist wie bei der vorliegenden Sprechstelle – der Kondensator zwischen den beiden Eingängen sollte auf keinen Fall eingespart werden. Er unterdrückt die auf den unwahrscheinlichsten Wegen gern in solche empfindlichen Verstärker eindringenden Rundfunkstörungen. Der Kondensator zwischen den Anschlüssen 5 und 6 des Operationsverstärkers ist typbedingt. Er kann für Mikrofonzwecke ruhig etwas größer sein als 18 pF.

4.2. Wiedergabeteil mit Fernschalteingängen

Kern des Wiedergabeteils ist eine bewährte Schaltung mit dem NF-Leistungsverstärker *A 210 E*. Seine Vorzüge gerade für solche Zwecke wie Gegensprechanlagen wurden bereits erläutert. Es fiel daher leicht, auf ihn zurückzugreifen, ohne daß damit eine einfache Kopie entstanden wäre. Der Trick des Ganzen besteht in der auf seiner Leiterplatte jetzt mit untergebrachten Schaltautomatik, durch die dieser Verstärker in seiner Stromaufnahme fernsteuerbar wird.

Doch auch zur Ursprungsschaltung sind noch einige Bemerkungen erforderlich. Zunächst sei an die Überlegungen zum Frequenzgang von Verstärkern für reine Sprachwiedergabe erinnert. Das bedeutet praktisch, daß die Kondensatoren an den frequenzbestimmenden Stellen nicht unbedingt über Werte von 220 μF hinausgehen müssen. Allerdings wurde genügend Platz auf der später noch vorgestellten Leiterplatte gelassen, denn der rationell denkende Amateur hat es gern, wenn die einmal aufgebaute Schaltung auch noch anderweitig einsetzbar bleibt.

Normalerweise gibt es in der Amateurpraxis meist Schwierigkeiten, eine gewünschte Verstärkung zu erreichen. Zugunsten guter Wiedergabeeigenschaften werden Verstärker gegengekoppelt. Ihre maximal mögliche Verstärkung wird also nur als Rechengröße für solche Gegenkopplungen berücksichtigt. Denn wenn eine Gegenkopplung exemplarunabhängig gleiche Ergebnisse liefern soll, muß die »Verstärkung bei offener Schleife« wesentlich höher liegen. Bei Operationsverstärkern weiß man, daß dort bei manchen Typen durchaus Werte um 10000 bis 100000fach üblich sind. Genutzt werden jedoch nur Verstärkungen bis höchstens in den Bereich von 100fach oder wenig darüber.

Auch der *A 210 E* kann in diesem Sinne betrachtet werden. Seine Verstärkung wird mit dem Widerstand von 6 nach Masse eingestellt. Der Kondensator trennt nur den Gleichstrompfad auf, der sonst entstehen würde. Je kleiner dieser Widerstandswert, um so höher wird die wirksame Verstärkung, um so weniger ideal verhält sich aber auch das Wiedergegebene zum Eingespeisten.

Für Sprechzwecke gibt es einen größeren Akzeptanzbereich bezüglich der auftretenden Verzerrungen bei höheren Verstärkungen. Es zeigt sich jedoch (im vorigen Abschnitt wurde es bereits angesprochen), daß in der Schaltung der Gegensprechanlage gar nicht so sehr die Frage nach der höchsten erreichbaren Verstärkung steht, sondern eher die, wohin mit der

»überflüssigen«. Das ergibt sich, wie angedeutet, aus der Möglichkeit von Selbsterregung, wenn Open-collector-Typen zu stark gegengekoppelt, also auf kleine Betriebsverstärkungswerte eingestellt werden. Darum wird man also zuerst den noch zu besprechenden Summierverstärker zunächst so einstellen, daß er wenigstens etwa 10fach verstärkt, gleichgültig, für welchen Kanal. Danach wird der Pegel am Eingang des Endverstärkers »nach unten« korrigiert, soweit das bei großem eingestellten Gegenkopplungswiderstand noch erforderlich ist. Kriterium für die Verteilung dieser Maßnahmen ist auch die Vorgabe, daß einem solchen Schaltkreis nicht mehr als etwa 200 mV Eingangsspannung angeboten werden sollen.

Während der soeben angesprochene Summierverstärker spezifisch für das Vorhaben »Gegensprechanlage« ist, also nicht unbedingt mit dem Endverstärker eine Einheit bilden muß, dürfte die Einschaltautomatik auch anderweitig interessant sein. Sie gehört damit auf die Leiterplatte des Verstärkers, dessen Gesamtschaltung aus Bild 9 hervorgeht. Er hat daher 2 Eingänge: den für das vom Summierverstärker kommende Signal und den Steuereingang. Er ist für die Aktivierung der Stromversorgungsautomatik verantwortlich. Sofern nur 1 Gegensprechpaar geplant wird, liegen dieser Eingang und der des dann mehr für eventuelle Ausbauten erforderlichen Summierverstärkers einfach gemeinsam an der Leitung von der Sprechstelle her. Da es jedoch erfahrungsgemäß nur selten bei einer Sprechverbindung bleiben wird, wenn man sich erst einmal an diesen Komfort gewöhnt hat, empfiehlt sich der Summierverstärker wohl immer.

Der Schaltungsteil »Automatik« erklärt sich eigentlich beinahe von selbst. Da für den pnp-Eingangstransistor Masse das Potential führt, von dem aus er Basisstrom erhält, öffnet er in diesem Falle die Komplementärkombination, und der Verstärkerteil erhält Betriebsspannung. Die Wirkrichtung des als Schalter arbeitenden pnp-Transistors ergibt bei den je nach Aussteuerung auftretenden Strömen unterhalb von 100 mA eine erfreulich kleine Spannungsdifferenz, die 200 mV kaum übersteigt. Bei nicht allzu großer Lautstärke bleibt sie sogar noch unter 100 mV. R und C an der Basis des 1. Transistors darf man nicht »einsparen«, sonst sperrt die Schaltung im Ruhezustand nicht zuverlässig!

Bild 10 zeigt, wie mehrere Teilnehmer unabhängig voneinander sowohl in diese Schaltautomatik eingreifen wie ihre Signalspannung an den Verstärker weitergeben können. Während die Gleichstrompfade einfach durch Dioden entkoppelt werden, gelangen die Signalspannungen ebenfalls ohne gegenseitige Beeinflussung zum Summenpunkt »invertierender Eingang« des Operationsverstärkers. Die Widerstände zwischen Signalpunkten und Summenpunkt bestimmen in Verbindung mit dem Gegenkopplungswiderstand vom Ausgang auf diesen Summenpunkt in bekannter Weise die Verstärkung der einzelnen Kanäle: V = R007/Rn. Rn ist der jeweilige Eingangswiderstand von der Signalleitung her (n = 001 ... 004).

4.3. Rundfunk-Zusatz

Die Möglichkeit, schnell einmal Nachrichten oder Wetterbericht abzuhören, läßt sich in der Anlage leicht realisieren. Wiederum wird dazu eine Diode am Fernschalt- und ein Widerstand am Summiereingang gebraucht. In der Nähe eines Mittelwellensenders beschränkt sich der weitere Aufwand auf einen Schwingkreis, der kapazitiv oder induktiv (Verschieben eines Maniferstabes in der Wicklung) auf den oder die Sender abgestimmt wird.

Stehen mehrere Sender zur Verfügung, ist die Abstimmung mit Drehkondensator vorzuziehen. Irgendeine passende Mittelwellenspule findet sich sicherlich. Im Muster wurde ein für einen ähnlichen Zweck bereits früher einmal bewickelter Ferritstab benutzt. Seine Wickeldaten als Richtwerte sind in Bild 11 eingetragen.

Es handelt sich bei der gezeigten einfachsten Lösung lediglich um einen früher als »Detektor« bezeichneten Empfangsteil. Das bedeutet, es muß schon genügend Feldstärke am Empfangsort vorhanden sein, damit die Gleichrichterschaltung ein verwertbares Niederfrequenzsignal liefert. Der Kondensator hinter der Diode sorgt in üblicher Weise dafür, daß aus den amplitudenmodulierten hochfrequenten »Halbwellen« die gewünschte Tonfrequenz als Nutzsignal abgeleitet und dem Verstärker zugeführt wird.

So einfach die kleine Schaltung aussieht, so viele Freiheitsgrade in ihrer Optimierung gibt es doch. Das beginnt bei dem für die Antenne nötigen Aufwand und endet bei der günstigsten Auskopplung des Empfangssignals. Im Bild wird eine Lösung gezeigt, die im Bereich von mindestens 2 stärkeren Mittelwellen-Ortssendern diese ausreichend gut voneinander trennt.

Während die ausgekoppelte Spannung einfach um das Verhältnis der Windungszahlen verringert von der am Schwingkreis entstehenden abgeleitet wird, sinkt die Bedämpfung durch den Lastwiderstand der Gleichrichterschaltung mit dem Quadrat dieses Verhältnisses. Kleine Bedämpfung bedeutet aber gute Trennschärfe.

Auch mit der Antennenankopplung läßt sich einiges variieren. Statt einer Koppelwicklung wurde das Antennensignal einfach kapazitiv eingespeist. Antenne und Koppelkondensator liegen, in Serie geschaltet, dem Schwingkreiskondensator parallel. Je nach Wert des Koppelkondensators und Antennenverhältnissen wird also der Drehkondensator weiter herausgedreht werden müssen, um einen bestimmten Sender zu empfangen. Sollte der am weitesten »oben« liegende so nicht mehr zu erreichen sein, ist der Spulenkern (im Beispiel also der Ferritstab) entsprechend weit aus der Wicklung herauszudrehen bzw. zu ziehen.

Die Antenne selbst braucht nicht sehr aufwendig zu sein, es sei denn, man will diese Lösung auch bei kleineren Feldstärken nutzen. Unter Ortssenderbedingungen jedenfalls genügen wenige Meter Draht, unauffällig irgendwie an einer Außenwand innen angebracht. Das muß man je nach dem Standort der Anlage erproben.

Der Empfangsteil kann im Gehäuse des Wiedergabeverstärkers untergebracht werden. Zum normalen Aufenthaltsort (also z. B. dem Arbeitsplatz) führt dann eine 2adrige Leitung, die in einem 1poligen Schalter endet. Damit nun diese Leitung nicht wieder zu unerwünschten Störeinkopplungen führt, muß sie unbedingt, wie bereits in Bild 11 enthalten, mit einem Kondensator überbrückt werden. Nur die Leitung selbst führt zum Schaltort.

Wie bereits erwähnt, ist dies weder eine HiFi-verdächtige Sache, noch sollte man ihr Dauerbetrieb zumuten, allenfalls bei ständiger Speisung aus einem Netzanschlußteil.

Einziger Nachteil bei der empfohlenen Anordnung: Die Lautstärke zu verändern bedingt, sich zu der meist (schon aus Gründen der akustischen Rückkopplung beim gleichzeitigem Sprechen beider Teilnehmer) etwas entfernt untergebrachten Wiedergabestelle zu bewegen. Allerdings gibt es auch dafür elektronische Lösungen, wenn wenigstens eine 3. Leitungsader benutzt und der Verstärkungsfaktor ferngesteuert verändert wird. Möglichkeiten dafür sind z. B. in Bauplan 61 vorgestellt worden.

5. Lauschverbindungen

Die Struktur dieses Bauplans weicht vielleicht ein wenig vom sonst Gewohnten ab. Im Grunde ist das Thema »Gegensprechanlage« erst von der Schaltungsseite her abgeschlossen. Über Baupraxis und die ihre Realisierung erleichternden Leiterplatten wird anschließend noch berichtet. Doch das Generalthema »Sprach- und Geräuschübertragung« soll noch an 2 anderen Aufgabenstellungen variiert werden. Auch dafür sind dann die gebotenen Leiterplatten und Bauhinweise nützlich.

Die eine »Hälfte« der Grundausführung der Gegensprechanlage stellt ja bereits eine Lösung für die Aufgabe »Lauschverbindung« dar. Allerdings braucht man dann die Schalt-

automatik nur in ganz speziellen Fällen. Also kann stark abgerüstet werden, wenn es nur um Babyhusten oder Geräusche aus dem Keller geht.

Jetzt stellt sich auch die Frage nach der räumlichen Verteilung neu. Zunächst sollte analysiert werden, ob eine Dauerlösung angestrebt wird oder ob es nur um Einsatz bei Bedarf geht. Bei nur zeitweilig nötiger Überwachung, oft sogar mit nur für diesen Zweck provisorisch verlegter Leitung, bietet sich ein mit 2 Elementen vom Langzeittyp R20 bestückter Mikrofonverstärker vor Ort an. Das wäre dann wirklich die fast normale eine Hälfte der Gegensprechanlage, nur eben ohne die Notwendigkeit einer Schaltautomatik. Ein einfacher Schalter tut es dann auch. Allerdings stellt sich jetzt eine andere Frage, und die hängt von der Nutzdauer der Überwachung ab. Gelegentliches Hineinhören bei im übrigen inaktiver Strecke erlaubt weiterhin Batteriebetrieb und damit die besonders bei zeitweisem, vielleicht an unterschiedlichen Orten nötigen Einsatz sehr erwünschte Mobilität.

Bei Dauerbetrieb läßt sich ein Netzanschlußteil zumindest für die Wiedergabeseite kaum umgehen. Auf die Gefahr hin, damit schon anderweitig Publiziertes wiederzugeben, rundet daher Bild 12 diese Empfehlungen durch ein einfaches Netzteil ab. Es stellt eines von vielen möglichen dar. »Einfach« bedeutet dabei nicht Verzicht auf moderne Technik. Gerade bei einem dauernd eingeschalteten Gerät würde z. B. leises Brummen doch auf Dauer stören können. Mit einem integrierten Spannungsregler vom Typ *B 3170 V* (oder der preisgünstigen Amateurvariante mit *R* statt *B* in der Typbezeichnung) gibt es in dieser Hinsicht keine Probleme. Da die Sprechleistung auch bei dieser Betriebsart nicht sehr hoch sein muß, vermag schon ein unproblematisch verwendbarer 0,5-A-Klingeltransformator die erforderliche Energie zu liefern. Obwohl über dem Schaltkreis je nach Strombelastung mit etwa 2 V Eigenbedarf gerechnet werden muß, bleibt selbst bei Netzunterspannung noch genügend Reserve am reichlich bemessenen Ladekondensator.

Netzbetrieb bedeutet allerdings größere Störpegel für die Anlage – mindestens schon durch den infolge der kapazitiven Netzverbindung größeren Antenneneffekt. Gerade in solchem Falle erweist sich die Vorverstärkung vor Ort als vorteilhaft. Dennoch wird jeder persönlich und unter den gegebenen örtlichen Verhältnissen selbst seine Erfahrungen dazu sammeln müssen, welche Maßnahmen am besten gegen hörbar werdende Störspannungen helfen. Durch gezieltes Unterbrechen oder Überbrücken an bestimmten Stellen kann man oft solche Störeinflüsse lokalisieren. Sie kommen nicht immer auf kapazitivem Weg oder durch galvanische Verbindung zustande. Wenn auch die induktiven Einkopplungen in die Leitung meist wenig beitragen, sollte man bei unerklärlichen Tönen auch prüfen, ob die Mikrofonspule Fremdfelder aufnimmt!

Daß dies alles beherrschbar bleibt, beweist im Grunde der Ausgangspunkt der Mikrofonverstärkerschaltung. Bild 13 zeigt, mit welchen Maßnahmen es möglich war, das Mikrofon allein am Lauschort unterzubringen, während sich der Mikrofonverstärker am Ort des Endverstärkers befand. Diese Ursprungslösung kam aus anderen Motiven zustande. Es ging darum, einen vorhandenen Reiseempfänger als gelegentlich für diesen Zweck eingesetzten Verstärker für akustische Überwachung zu verwenden. Der Mikrofonverstärker wurde einfach in die an diesem Gerät vorhandene TA-TB-Buchse angeschlossen. Die beiden zur Speisung benutzten R14-Zellen lagen ständig am Verstärker, nur die negative Seite ließ sich abschalten.

Diese symmetrische Speisung sowohl von der Versorgungs- wie von der Signalseite her aber war entscheidend für den Erfolg, also dafür, daß kaum Fremdspannungseinflüsse zu beobachten waren. Im speziellen Fall kam ein mittelohmiges dynamisches Mikrofon zum Einsatz. Das ergab zusätzlich gegenüber einem Lautsprecher als Mikrofon günstigere Pegelverhältnisse.

Für an Experimenten Interessierte ergibt sich daraus noch eine Anregung in Verbindung mit der Gegensprechanlage: Man kann untersuchen, ob – ähnlich dem Rundfunkzusatz – auch für Lauschzwecke ein hörstellenseitig geschalteter Kanal realisiert werden kann, der am Lauschort ebenfalls nur ein solches Mikrofon enthält. Am Summenverstärker müßte dann eine entsprechend höhere Verstärkung für diesen Zweig eingestellt werden. Allerdings bietet der unsymmetrisch betriebene Summenverstärker keine so günstigen Bedingungen wie der speziell für die Aufgabe ausgelegte Mikrofonverstärker. Doch das hängt letztenendes auch stark davon ab, mit welchen Störpegeln man im konkreten Einsatzfall zu rechnen hat.

6. Akustisch ausgelöste Signale

Diesmal geht es genau um umgekehrte Bedingungen: Ein relativ starkes Schallsignal soll an einem anderen Ort als dem seines Ursprungs wiedergegeben werden. Konkret ging es darum, eine Telefonzweitklingel nochmals »elektronisch-akustisch« ohne den ja nicht erlaubten Eingriff in die Telefonanlage an einem anderen Ort hörbar zu machen. Solche Bedingungen treten bisweilen auf, wenn zur Wohnung Räume gehören, wo bei stärkerem Hintergrund-Geräuschpegel ein solches Signal nicht mehr mit Sicherheit wahrgenommen werden kann.

Sowohl für Aufnahme- wie für Wiedergabeseite erwiesen sich Hochtonlautsprecher der in Abschnitt 2. bereits vorgestellten Art als gut geeignet. Es ging ja gerade darum, nur das am Entstehungsort relativ laute Nutzsignal zu verwerten und unerwünschte andere auszublenden. Da auf Grund der speziellen Bedingungen ein Netzgerät für den Verstärker nicht in Frage kam, entstand wiederum eine Batterie-Langzeitlösung.

Als Schaltung wurde diese Einrichtung bereits in Bauplan 63 vorgestellt. Da es damals jedoch zunächst nur um ein als vorübergehend erforderlich eingestuftes Objekt ging, erhielt es keine Leiterplatte. Es hat sich inzwischen jedoch gezeigt, daß dieser Schaltung doch größeres Interesse entgegengebracht wird. Darum enthält der vorliegende Bauplan eine Leiterplatte, und daher sei es auch gestattet, die Schaltung nochmals wiederzugeben (Bild 14).

Bei einem Ruhestrombedarf von nur etwa 50 μA wartet der hochohmig ausgelegte Vorverstärker auf das Klingeln. Die vom Mikrofon-Lautsprecher gelieferte Eingangsspannung aktiviert dann die übrige Schaltung und gibt das Klingeln im Lautsprecher wieder. Im Ruhezustand fließt in der Komplementärschaltung praktisch kein Strom. Dieser Zustand kann allerdings bereits wieder von Fremdeinflüssen gestört werden, beispielsweise durch einen nahen Rundfunksender oder das Streufeld eines Transformators. Besonders Klingeltransformatoren reichen in dieser Hinsicht »meterweit«! Während man gegen den letztgenannten Einfluß am besten einen ausreichenden Abstand wählt, läßt sich ein Rundfunksender meist schon durch den eingezeichneten 10-nF-Kondensator »entsorgen«.

Schaltungsseitig ist darauf zu achten, daß nicht – wie am Muster zunächst beobachtet – langsames Pulsen auftritt, wodurch die Batterie belastet wird. Es zeigte sich bei zu kleinem Wert des Eingangskondensators. Dort ist man ja versucht zu sparen, denn die äußerst hochohmige Schaltung verbietet an dieser Stelle einen reststrombehafteten Elektrolytkondensator. MKL- oder ähnliche Typen, wie sie hier am Platze sind, liegen jedoch im Preis etwas höher. Dennoch sollte man nicht unter 2,2 μF gehen, wie eingezeichnet. Zusätzlich wird der Vorverstärker speisespannungsseitig vom Leistungsteil durch die Kombination aus Diode und Elektrolytkondensator entkoppelt.

In der Grundausführung liefert diese Schaltung bei Ertönen der Telefonklingel ein ausreichend lautes, wenn auch nicht unbedingt klirrarmes Signal. Das ist bei diesem gewissermaßen signalgesteuerten Arbeitspunkt der Endstufe auch weder zu erwarten noch für den vorgesehenen Zweck notwendig. Die Schaltung kann jedoch außer in Verbindung mit der Zweitklingel auch direkt am Tischapparat aufgestellt werden. Sie erfüllt dort zunächst den

gleichen Zweck. Die Ergänzung um das in Bild 14 gestrichelt eingezeichnete RC-Glied mit Schalter erweitert den Einsatzbereich z. B. zur Freizeichen-Wiedergabe beim Warten auf eine Verbindung. Diese Maßnahme führt zunächst bei geschlossenem Schalter dazu, daß die Endstufe eine Art A-Betriebsverhalten annimmt, das heißt einen Arbeitspunkt mitten im aktiven Kennlinienteil. Wird von dieser Erweiterung Gebrauch gemacht, sollte der Emitterwiderstand des pnp-Transistors an den Kollektor des Endstufentransistors gelegt werden. Das ergibt eine für diesen Betriebsfall günstige Gegenkopplung. Da jetzt mehr Strom fließt, kann zur Batterieschonung ein Widerstand von einigen zehn Ohm in Serie zum Lautsprecher sinnvoll sein.

Ein Nachteil dieser Methode besteht darin, daß man das Abschalten vergessen kann. Daher der Kondensator, und daher die Empfehlung, statt des Schalters eine Taste zu verwenden. Im Bereitschaftszustand ist der Kondensator geladen, und es fließt kein Strom. Soll nun z. B. das Freizeichen nach Anwählen einer Verbindung überwacht werden, bis sich der Teilnehmer meldet, wird mit der Taste der Kondensator entladen. Die Endstufe bleibt nun aktiv, bis der Kondensator über den hochohmigen Widerstand wieder aufgeladen ist. Mit einigen Mikrofarad (auch hier reststrombehaftete Kondensatortypen meiden!) und einem Widerstand in der Größenordnung von 1 MΩ (nach gewünschtem maximalem Endstufenstrom dimensionieren) erreicht man einige Sekunden Aktivzeit. Wird das Freizeichen leiser, dann Knopf erneut drücken. Auf jeden Fall stellt diese Maßnahme sicher, daß die Schaltung anschließend von selbst wieder in den stromlosen Zustand übergeht, und das war ja der Sinn der Maßnahme.

Im ganzen ist dies eine Schaltung für alle, die noch gern einer übersichtlichen Transistorlösung den Vorzug geben. Die nur 50 μA Ruhestrombedarf verleihen ihr zu gleichwertigen Operationsverstärkerschaltungen die nötige »Konkurrenzfähigkeit«. Darum enthält dieser Bauplan nun auch für dieses Objekt eine Leiterplatte.

7. Bauhinweise und Leiterplatten *(typofix)*

Dieser Bauplan hat, was die praktische Gestaltung betrifft, viele Freiheitsgrade. Darum kann im folgenden nur eine Übersicht über einige der konstruktiven Realisierungsmöglichkeiten gegeben werden, und die Phantasie des Lesers ist gefordert. Das sei positiv verstanden. Bereits einleitend war angedeutet worden, wieviel »Elektronikschrott« heute bereits in manchem Haushalt vorhanden ist. Viele das eigentliche Gerät überlebende Teile stehen zur Nachnutzung bereit. Dazu gehören eben u. a. Lautsprecher, aber auch Gehäuse. Darüber hinaus findet jeder, der mit einer bestimmten Zielvorstellung Warenhäuser und Heimwerkerläden durchstreift, manches in diese Vorstellung Passende. So ging es auch dem Autor selbst, als er nach Gehäusen für die Sprechstellen suchte. Beginnen wir also damit!

7.1. Sprechstellengehäuse

Mit der Mikrofonverstärkerschaltung und den für Mikrofonzwecke in Frage kommenden Kleinlautsprechern vor Augen boten sich vor allem 2 Erzeugnisse des Taschenlampensortiments an: die mit 2 Zellen R6 zu bestückende Taschenleuchte nach Bild 15 und die Handlampe für 2 Zellen R20 nach Bild 16. Die Fotos zeigen zunächst die »unberührten« Ausgangsprodukte.

Aus Bild 17 geht hervor, was so aus der kleinen Taschenleuchte werden kann, wenn ihr Lampenkopf entfernt und das Oberteil genügend weit nach unten verschoben wird. Der für Sprachmikrofonzwecke ausgezeichnet geeignete neue Kleinlautsprecher *L 1001* aus dem

VEB RFT FML fügt sich mit seinem flachen Magneten gut in den durch das Verschieben des Oberteils entstandenen Raum. Allerdings bestimmt nicht er allein die neue Geometrie dieser Anordnung. Die für den Vorverstärker entwickelte Leiterplatte (siehe weiter unten) braucht etwas mehr Fläche. Mit 32,5 mm ist bei flacher Anordnung ein Optimum erreicht worden. Sie füllt mit einer Breite von 31,5 mm das Oberteil in dessen unterem Bereich voll aus und liegt dabei auf der umlaufenden Stufe. Hinten verbreitert sich diese Stufe in der Mitte zu einer Art Nase. In ihr kann – 2,5 mm vom Rand entfernt – eine Bohrung von 1 mm angebracht werden, durch die ein nur wenig innen herausragender 1-mm-Draht gesteckt wird. Die Leiterplatte hat an dieser Stelle eine Aufnahmebohrung. Nach Einsetzen der Leiterplatte mit der Leiterseite nach unten in das Oberteil rastet dieser Draht – er ist vom Siebkondensator etwas verdeckt – in diese Bohrung ein. Auf der Trägerplatte befindet sich unter der Leiterplatte ein eingelöteter Draht, der mit einem kurzen Isolierrohr o. ä. zum Abstandshalten die Leiterplatte nach Abbiegen festhält.

Die eben erwähnte Montageplatte ist für die mechanische Stabilität der gesamten Konstruktion sehr wichtig. Sie hat, wie Bild 18 zeigt, eine etwas eigenwillige, aber recht zweckmäßige Form. Das schlanke Mittelstück paßt nämlich genau zwischen die beiden R6-Elemente, wenn das Oberteil über das Unterteil geschoben wird, in dem sich diese Zellen befinden. Damit sitzt die Platte ziemlich fest und erlaubt die zuverlässige Montage sowohl des Schalters wie des Lautsprechers. Während es für den Schalter jedoch genügt, seine Kontakte auf die dafür vorgesehenen Kupferflächen zu löten, muß der Lautsprecher geklebt werden. Für diese Arbeit eignet sich am besten 2-Komponenten-Epoxidharz aus der Tube, z. B. *Epasol EP 11*. Die 24 Stunden Aushärtezeit sollte man rechtzeitig einplanen. Vorher Entfetten und Anrauhen der Montageplatte nicht vergessen!

Die Montageplatte ist einseitig kupferkaschiert und wird mit der Kupferseite nach oben, bezogen auf das Oberteil als bei diesem Montagegang unten liegend, eingesetzt. In der späteren Betrachtungsrichtung auf seine Außenseite, also mit Blick auf den Lautsprecher, befindet sich damit die Lötseite unten.

Der Schalter der Taschenlampe wird in der genutzten Variante nicht gebraucht, stört aber auch nicht. Den Gegenkontakt in Form der Lampenfassung hat man ja ohnehin bereits entfernt. An die Kontaktzunge wird der zum Minusanschluß der Leiterplatte über den Schalter führende Draht angelötet. Diese Lötstelle darf nicht nach oben herausragen, damit sie keinen Kontakt zur Montageplatte und den Lötstellen des Schalters ergibt. Es empfiehlt sich, zwischen beiden eine dünne Isolierfolie einzuschieben.

Der Pluskontakt wird direkt mit der Leiterplatte verbunden. Auch die Lautsprecherleitungen führen direkt zu den »Mikrofon«-Anschlüssen, mit M gekennzeichnet. Der Ausgang des Operationsverstärkers dagegen muß über den ihm zugeordneten Schaltkontakt laufen. Von dort wird eine Leitung zurück zur Leiterplatte gezogen, die auf der unteren Kante der Platte in einem Lötanschluß endet. Dieser sowie der dort liegende Masseanschluß bilden die Ausgänge für die Leitung zur Wiedergabeseite.

Klebt man an die Unterkante des Gehäuseoberteils ein Stück Polystyrol (ggf. zusätzlich thermisch verstiften oder verschrauben), so sind dort 2 Maßnahmen möglich (Bild 19): Zunächst kann die eine Hälfte eines kleinen 2poligen Steckverbinders montiert werden. Das bindet die Sprechstelle nicht mehr fest an die eine Leitung, und sie kann mehrfach genutzt werden. Weiterhin bildet diese Platte eine gute Basis für das Befestigen einer kleinen Abdekkung für die Leiterplatte. Das kann ein U-förmig gebogenes Stück PVC sein, das auf der Schräge des Unterteils aufliegt.

Für den Steckverbinder bieten sich mehrere Möglichkeiten an. Jedoch ist der begrenzte Platz über der Bauelementeseite der Leiterplatte zu berücksichtigen. Die aus dem Gehäuse entfernte Buchse eines Lautsprecherleitungsverbinders hat geeignete Maße, wenn man sie in

der Nähe der Kante befestigt, wo sich auf der Leiterplatte die beiden Widerstände befinden. Eine Triviallösung besteht darin, diese Buchse in ihrem Gehäuse zu belassen und über eine kurze Leitung anzulöten. Das dürfte aber für viele der beste Kompromiß zwischen Aufwand und Nutzen sein.

Bei der Montage des Simeto-Schalters ist übrigens zu berücksichtigen, daß der am weitesten innenliegende Kontakt noch einen Sicherheitsabstand zum Boden der rechten R6-Zelle haben muß. Daher feilt man die rechte Vorderkante des Unterteils zwischen ehemaligem Lampenkopf und Schalterseite auf die Höhe der rechten Kante ab. Die Relativlage zum Lautsprecher wird durch dessen Durchmesser bestimmt. Das heißt praktisch, daß der Schalter einige Millimeter außerhalb der Gehäusekante bleibt.

Nachzutragen ist die Verlegung der Leitungen zwischen Leiterplatte und Lautsprecher-/Schalterkopf. Man führt sie in der Kehle zwischen den beiden R6-Zellen entlang, ggf. mit einem Klebestreifen auf dem Mittelstück der Trägerplatte arretiert.

Sicherlich gibt es noch einige andere Anordnungsvarianten, z. B. auch die Montage des Schalters dort, wo sich vorher der Lampenkopf befand. Mit dieser Beschreibung sollte jedenfalls gezeigt werden, was sich mit Mitteln der Mikroelektronik auf solch kleinem Raum unterbringen läßt.

Wesentlich leichter fällt der Einbau einer Sprech- oder auch Lauschstelle in das Handlampengehäuse mit 2 R20-Zellen. Hinzu kommt die Möglichkeit, ein preisgünstigeres, wenn auch als Mikrofon nicht unbedingt so gutes Lautsprechermodell benutzen zu können. Findet sich allerdings noch ein ausgedientes Taschenradio wie etwa das eingangs erwähnte »Sternchen«, sinken die Anschaffungskosten für das Mikrofon auf Null.

Leider sind alle diese Modelle ein wenig größer, als daß sie in die Klemmhalterung des bisherigen Lampenkopfes passen würden. Die Alternativen lauten: Abbrechen (mit Flachzange und Vorsicht) oder Außenmontage des Lautsprechers.

Bei Innenmontage muß der Lampenkontakt etwas in Richtung Wand gebogen werden, damit der Magnet Platz findet. Leider schaltet diese Lampe den Pluszweig, so daß der Schalter im Grunde nur Sinn hat, wenn die Zellen umgedreht eingesetzt werden. Das bedingt aber auch Umsetzen der Minuskontaktfedern, und dazu muß mindestens auf einer Seite eine zusätzliche Halterung vorgesehen werden. Mit einem stabilen Drahtstückchen, thermisch in die Wand eingedrückt, läßt sich aber auch dieses Problem lösen.

Die Nutzung des vorhandenen Schalters nach Umbau der Halterung hat bei dieser Variante Sinn, da sich durch die große Batterie Langzeiteinsatz in reinen Lauschverbindungen anbietet. In der Wiedergabestelle wird ja eine Schaltautomatik dann nicht gebraucht. Statt dessen tut es ein Ausschalter, oder/und es wird aus einem Netzteil gespeist. Daher reicht dieser die Minusseite schaltende Kontakt aus – eben nach dem beschriebenen Umbau von Plus auf Minus.

Die Bedingungen für eine Gegensprechverbindung legen jedoch nahe, wieder einen Simeto-Schalter vorzusehen. Das bedingt völliges Entfernen des ursprünglichen Schalters aus dem Gehäuse. Dadurch entsteht der erforderliche Raum für einen oder (am besten dann vertikal angeordnet) sogar mehrere Simeto-Schalter. So kommt man auf einfachste Weise zu Wahlschaltern für mehrere Teilnehmer. Der Einschalter hat auf der Gegenseite Platz.

7.2. Gehäuse für Wiedergabeteil

Gegenüber einer Wechselsprechanlage besteht jetzt keine wesentliche Einschränkung in der Typenwahl des Lautsprechers. Er wird nur noch für Wiedergabezwecke benutzt. Darum kann man fast jedes Modell verwenden, das sich zufällig anfindet. Allerdings sollte es weder ein zu kleiner Typ sein noch etwa eine Kompaktbox mit unnötig hohem Energiebedarf. Lautsprecher zwischen 1 und 2 W Belastbarkeit und Impedanzen zwischen 4 und 15 Ω sind gut geeignet.

Oft steckt ein solcher Lautsprecher aus dem »Fundus« noch in einem Gehäuse, in dem er vielfach sogar bleiben kann. Oder es werden einige Stücken Preßspan und Holzleisten zu einer passenden Hülle verarbeitet. Falls die Wiedergabestelle auf dem Arbeitsplatz stehen soll, kann sie gleich noch Wahlschalter und Anschlußleiste für die anderen Teilnehmer aufnehmen. Gewählt werden nur die Sprechrichtungen. Daher kann dieser Wahlschalter auch Teil der Sprechstelle sein. Anderenfalls wird die Sprechstelle mehr zum »Handmikrofon«. In Fortsetzung dieses Gedankens läßt sich oft auch ein vom Tonbandgerät vorhandenes Mikrofon einsetzen, und der Sprechverstärker findet seinen Platz mit im Gehäuse des Wiedergabeteils.

Man sollte bei solchen Kombinationen aber immer an die Gefahr der akustischen Rückkopplung denken. Besser also eine etwas längere Leitung und »dezentraler« Betrieb, als ständig auf einsetzendes Jaulen achten zu müssen, wenn beide Stellen einmal zu lange gleichzeitig aktiv sind.

Aus diesen Betrachtungen heraus erschien es überflüssig, bestimmte Gehäuseformen vorzugeben. Am besten baut man um den dafür auserwählten Lautsprecher herum!

7.3. Leiterplatten

Leiterplatte für Mikrofonverstärker

Mit dem etwas ungewöhnlichen Format von 31,5 mm × 32,5 mm (wirksame Rastermaßvielfache 30 mm × 32,5 mm) und 3 im »Halbrastersprung« untergebrachten Lötpunkten fügt sich die Leiterplatte nach Bild 20 genau in das R6-Taschenlampengehäuse gemäß Darstellung in Abschnitt 7.1. Damit paßt sie selbstverständlich auch problemlos in jeden größeren Rahmen. Jedoch sollte man sie in solchem Falle etwas größer halten, z. B. 35 mm × 35 mm mit einem breiten umlaufenden Kupferfolienrand, der viele Befestigungsmöglichkeiten zuläßt. Derzeit sind ja nur die beiden Bohrungen auf der gedachten Mittellinie und ggf. 1 Eckloch dafür vorgesehen. Trotz der kleinen Leiterplatte war nur 1 Drahtbrücke nötig.

In Anpassung an das Gehäuse wurden 2 Elektrolytkondensatoren in an sich stehender Ausführung gelegt. Die Gehäuseoberseite von C3 sollte mit einem Stück Klebestreifen gegen den Punkt A gesichert werden. A und S_A sind durch einen Leiterzug verbunden. Das erleichtert die Verdrahtung zur Mikrofonbuchse. A läßt sich also auch einsparen, wenn an S_A die vom Schalter kommende und die zur Mikrofonbuchse weiterführende Leitung gemeinsam angelötet werden oder wenn diese Leitung unter Einsparung auch von S_A direkt zur Buchse hin verlängert wird.

Da R2 nur aus einem Stellwiderstand für die Verstärkung besteht, sollte dieser Widerstand zunächst auf Maximalwert stehen. Das bedeutet größte Verstärkung. Sie wird dann beim Abgleich des gesamten Sprechkanals so weit gedrosselt, wie das nötig ist, damit in der Wiedergabestelle der Summenverstärker in seiner Verstärkung noch genügend weit oberhalb des Bereiches bleibt, in dem nach Herstellerhinweisen bei diesen Typen Selbsterregung einsetzen kann. (Siehe dazu die Ausführungen in der Schaltungsbeschreibung.) Im Falle zu hoher Gesamtverstärkung aus diesen Gründen hilft Drosseln der Eingangsamplitude des Endverstärkers über Spannungsteiler. Die Signalspannung an seinem Eingang soll ohnehin 200 mV nicht übersteigen.

Leiterplatte für Wiedergabeverstärker

Im Bauplanstandardformat von 50 mm × 80 mm konnte eine komplette Endstelle untergebracht werden – einschließlich des Netzwerks für den Summenverstärker und der Schaltautomatik (Bild 21). Das war ursprünglich gar nicht vorgesehen. Immerhin begrenzt es doch eben

auf 4 Teilnehmer, es sei denn, man fügt extern weiteres an. Das aber steht dem Leser auch jetzt noch frei, ebenso wie die Entscheidung, diese nun doch etwas eng gewordene Anordnung durch Weglassen wieder zu »lichten«. Weggelassen werden dann also die 4 Potentiometer für das Einstellen der Verstärkungen der 4 Kanäle und die 4 Dioden für die Automatik. Noch weiter gedacht kann die Platte bei der Bestückung von R5/C10 enden und von diesem Punkt aus der dann auf einer Eigenbauleiterplatte untergebrachte Summenverstärker gespeist werden. Das erlaubt es, beliebig viele Teilnehmer vorzusehen, und bietet schließlich auch den nötigen Platz für die auf der jetzigen Leiterplatte nicht mit berücksichtigte »Option Rundfunkteil«. Also bitte keine Angst nach dem 1. Blick auf diese Leiterplatte!

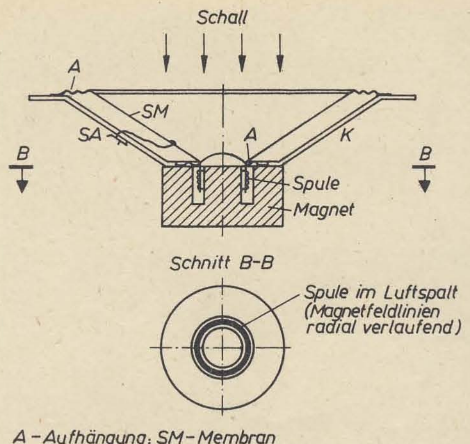
Wer sich allerdings zur vollen Bestückung entschließt, überprüfe vorher, ob er sich an die Kantenmaße gebunden fühlen muß. Die etwas schmale Leitung zwischen den Dioden und dem Punkt N (N wie Netzwerk) am Automatikeingang kann verbreitert werden, wenn der dort verlaufende Randlinienteil mit einbezogen wird. Eine allseits um 2,5 mm verbreiterte Leiterplatte löst dieses kleine Problem, und sie paßt sicherlich noch immer in jedes Lautsprechergehäuse.

Der für die Leiterplatte gewählte Begriff »komplett« gilt mit der folgenden sinnvollen Einschränkung: Sofern die Pegelverhältnisse es zulassen, daß der Endverstärkereingang keinen zusätzlichen Spannungsteiler braucht, lötet man zwischen die Punkte X und Y nur einen Kondensator von z. B. 0,1 µF. Bei zu hohem Pegel (also über 200 mV; der Gegenkopplungswiderstand R2 kann nur innerhalb dieser Grenzbedingung zum Abschwächen verwendet werden) ist ein Potentiometer erforderlich. An ihm läßt sich dann später von außen bei Bedarf die Wiedergabelautstärke aller Kanäle beeinflussen. Daher auch sind die Anschlüsse herausgeführt, denn das Potentiometer soll ja zugänglich bleiben. Es wird darum irgendwo im Gehäuse montiert. Damit sein Betätigen nicht versehentlich zur völligen »Beruhigung« führt, empfiehlt sich zwischen seinem unteren Anschluß und Masse (Punkt Z) ein Widerstand von 10 bis 30% des Potentiometerwerts. Der beste Wert wird experimentell ermittelt. Der obere Potentiometeranschluß wird mit X verbunden und der Schleifer mit Y. Dabei schaltet man direkt am Potentiometer 0,1 µF vor.

Was auch immer mit der bestückten Leiterplatte getan wird – bei der 1. Inbetriebnahme muß die Automatik ihre einwandfreie Funktion beweisen. Dazu wird in den Pluszweig zur Batterie ein Amperemeter gelegt (Bereich etwa 50 mA, danach herunterschalten auf möglichst unter 1 mA Vollausschlag). Bei offenen Netzwerkeingängen darf praktisch kein Strom fließen. Einige Mikroampere Reststrom sind erlaubt. Danach wieder auf etwa 50 mA hochschalten und eine Eingangsdiode mit Masse verbinden. Jetzt müssen zwischen 5 und 10 mA fließen, wenn kein Signal anliegt. Diese Angaben sind Richtwerte. Sollte allerdings auch bei absoluter Stille bereits wesentlich mehr fließen, so stimmt mit dem Schaltkreis etwas nicht, oder irgendwo liegt ein Kurzschluß vor.

Leiterplatte für Netzteil

Wer einen geringeren Fremdspannungsabstand akzeptiert, erhält mit einem 6-V-Klingeltransformator und der Leiterplatte nach Bild 22 eine moderne, wenig aufwendige Quelle für Dauerbetrieb. Die Leiterplatte kann mit einer Gleichrichterbrücke oder mit 4 Einzeldioden bestückt werden. Die Schutzdioden zwischen den Anschlüssen 1 und 2 sowie 2 und 3 sind bei dieser Anwendung unnötig und können weggelassen werden. Durch ihre Berücksichtigung im Leiterbild läßt sich die Leiterplatte jedoch auch für andere Zwecke mit höherer Betriebsspannung speisen. Trotz des Umfangs der Bestückung hat die Leiterplatte noch das Format 40 mm × 50 mm. Für den Schaltkreis genügen bei Speisung aus dem genannten Klingeltransformator 20 cm^2 Kühlfläche. Dafür eignet sich sogar ein Stück kupferkaschiertes Hartpapier. Die Kühlfahne wird auf die Kupferseite geschraubt.



A – Aufhängung; SM – Membran
SA – Spulenanschlüsse (Spannung bei Schall!)
K – Korb

Bild 1 Permanentdynamischer Lautsprecher im Schnitt: Bei Beschallung liefert die Schwingspule eine den Schallschwingungen entsprechende Spannung im Millivoltbereich

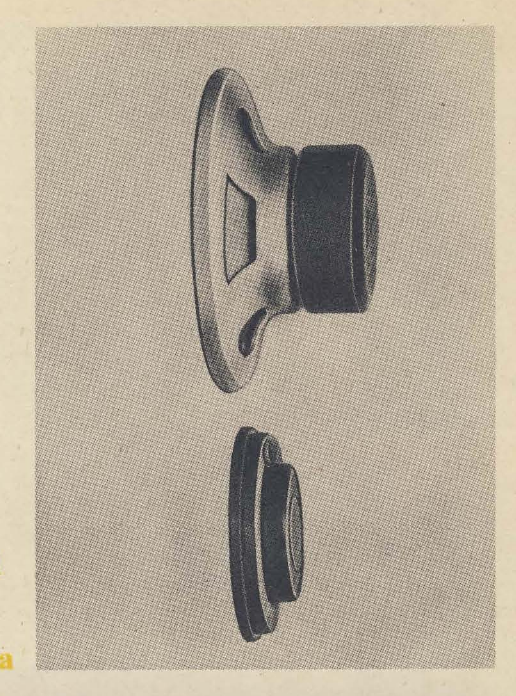
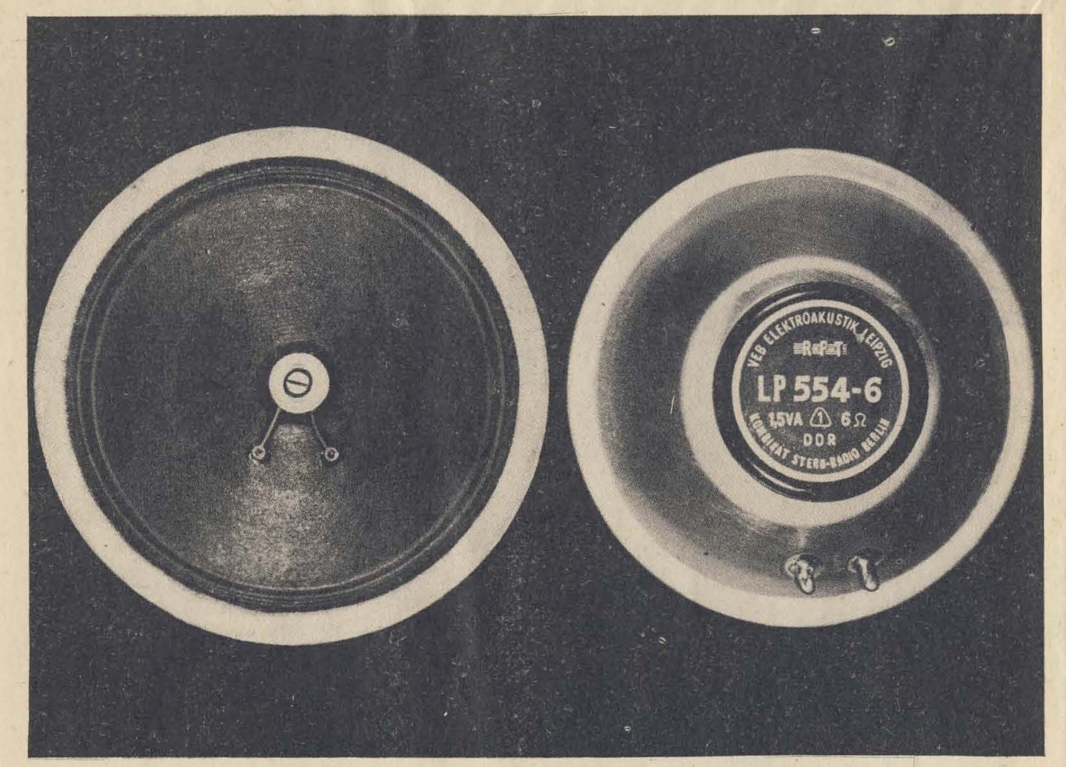
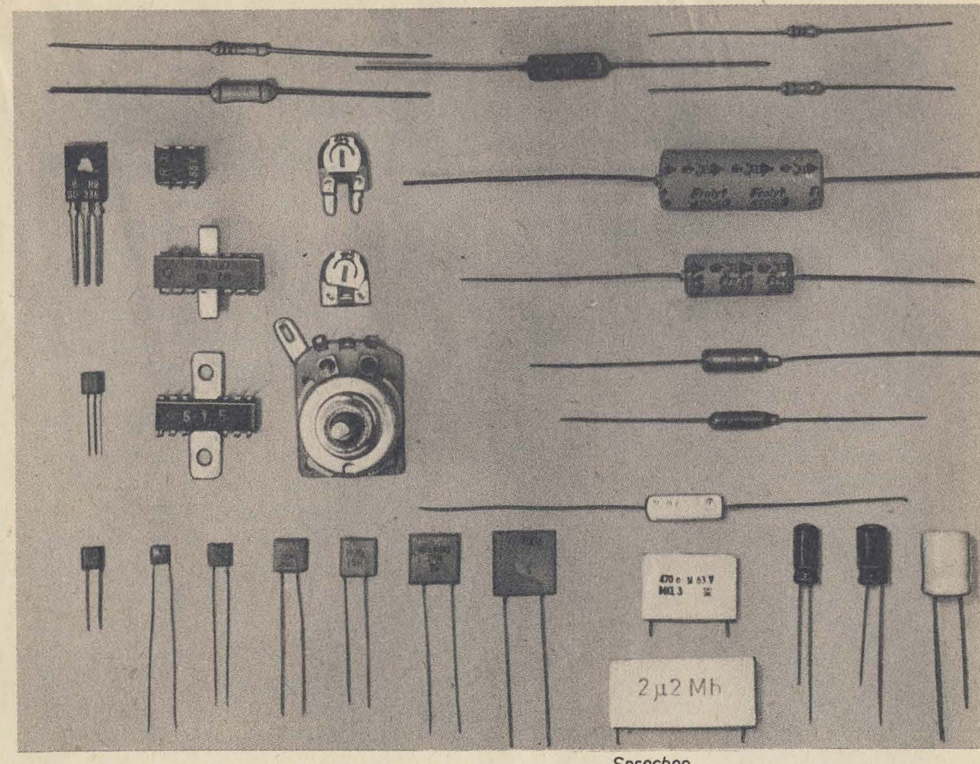


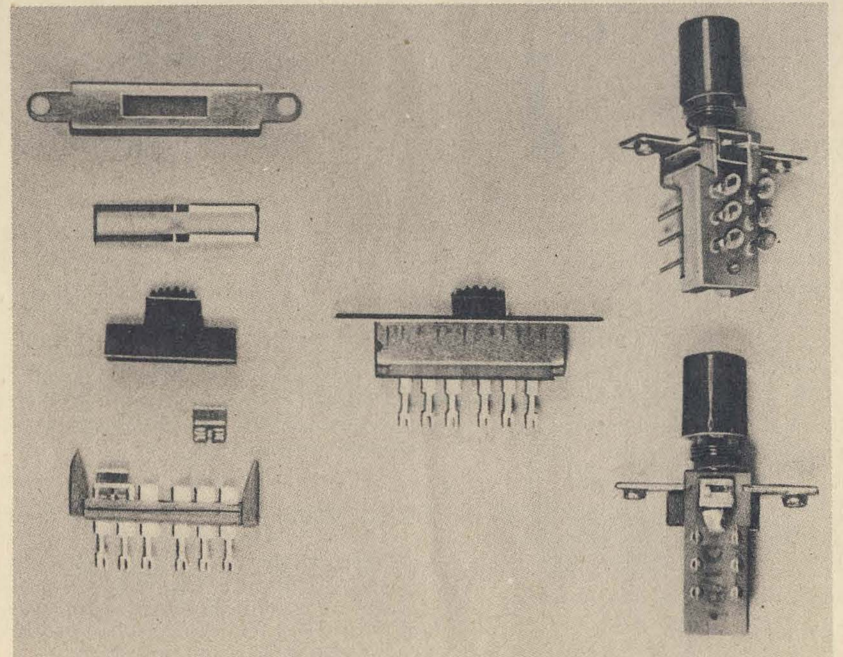
Bild 2 Für Gegensprech- und Überwachungszwecke geeignete Lautsprechertypen; a – *L 1001* (45 mm Durchmesser) und *L 112 M* (65 mm Durchmesser), Höhenverhältnis: 10,5 mm : 30 mm, b – Ovallautsprecher *L 2160 PO/E* (80 mm × 130 mm, Höhe 44 mm, vorwiegend für Wiedergabezwecke), c – Hochtonlautsprecher *LP 554-6* (101 mm Durchmesser, 43 mm hoch, Mikrofon- und Wiedergabetyp für Signale)



2c



4



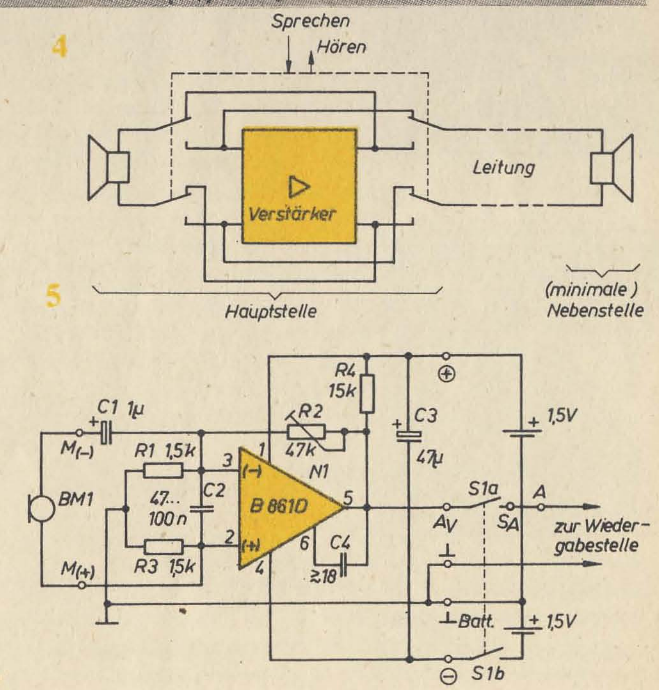
3

Bild 3 Schalter für Kleinspannungen mit je 2 Umschaltkontakten; rechts rastende Einzeltaste (Rastung kann entfernt werden), Mitte Simeto-Schiebeschalter, links gleicher Typ, geöffnet

Bild 4 Elektronische Bauelemente für NF-Verstärker: Widerstände (1 Ω in größerer Bauform), Halbleiterbauelemente *(R 210* in 2 Kühlfahnenausführungen), Stellwiderstände Gr. 05 und die 3 wichtigsten Kondensatorensortimente: Elektrolyt-, Keramikscheiben-, Kunstfoliekondensatoren (MKL, MKT)

Bild 5 »Klassische« Wechselsprechverbindung zwischen 2 Teilnehmern (Stromversorgung nicht dargestellt)

Bild 8 Stromlaufplan einer Sprechstelle (siehe dazu Leiterplatte nach Bild 20)



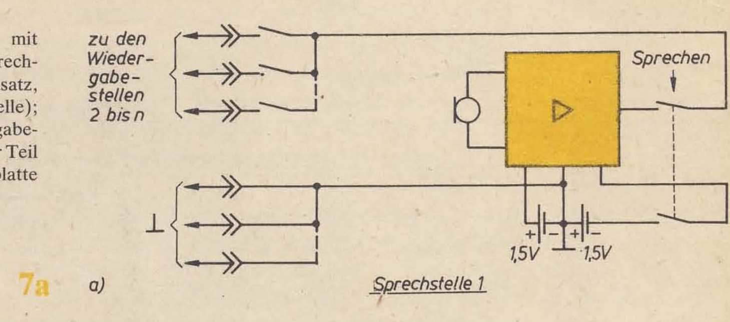
5

8

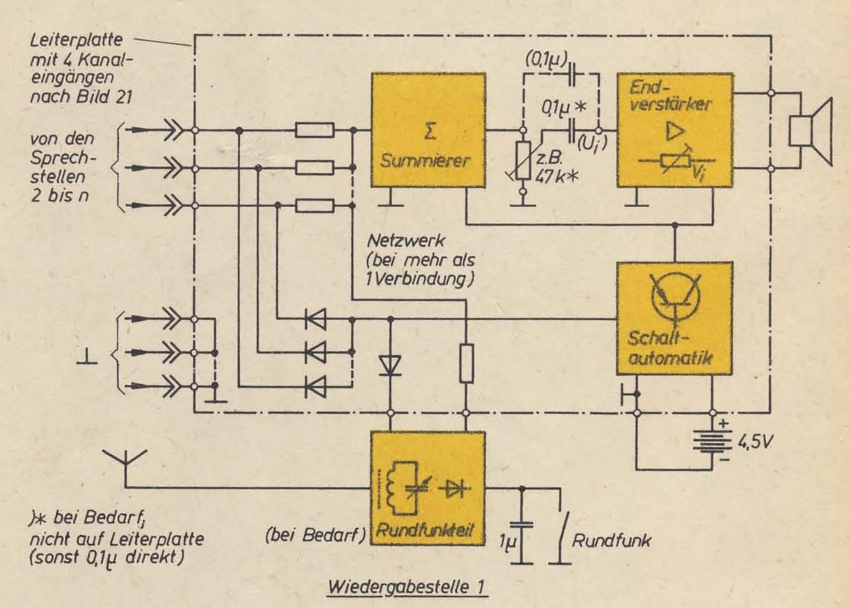
Bild 6 Symmetrierübertrager – eine Möglichkeit für störfeste Übertragung

6

Bild 7 Gegensprechanlage mit Schaltautomatik, 3 Gegensprechkanälen und Rundfunkzusatz, Übersichtsdarstellung (1 Stelle); a – Sprechstelle, b – Wiedergabestelle (gestrichelt umrandeter Teil befindet sich auf der Leiterplatte nach Bild 21)



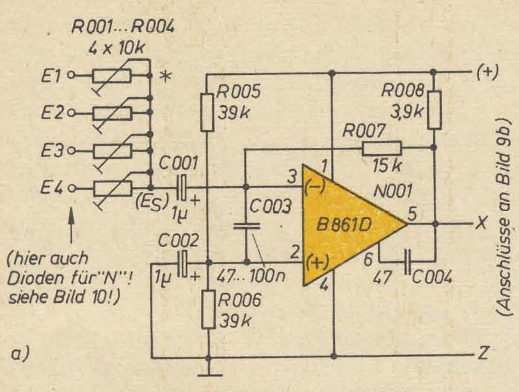
7a



7b

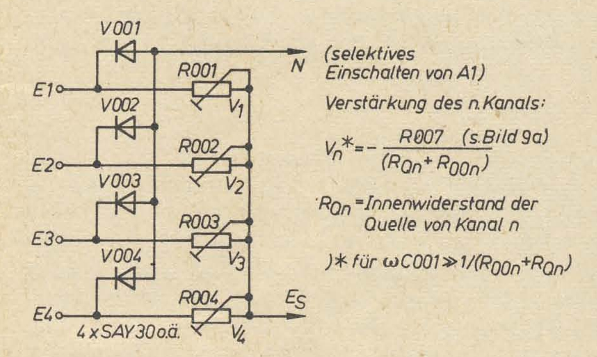
Schlenzig, Klaus:
Gegensprechanlage DIALOG 88. – Berlin: Militärverlag der DDR, 1988. – 32 Seiten: 22 Bilder – (Bauplan 66)

ISBN 3-327-00561-3



9a

Bild 9 Wiedergabestelle; a – Summierer für 4 Eingänge, b – Endverstärker mit Schaltautomatik (Netzwerk siehe Bild 10)



9b

10

Bild 10 Summier- und Schaltnetzwerk der Wiedergabestelle mit weiteren Informationen (E_s siehe Bild 9a, N siehe Bild 9b, A1 lies N1)

11

Bild 11 Rundfunkzusatz bei Bedarf. Der Schalter aktiviert die Wiedergabestelle

Stückliste zu Bild 9/Bild 10/Bild 21
Wiedergabestelle mit Schaltautomatik und Netzwerk

Widerstände

R001 ... R004	10 kΩ (Schichtdrehwiderstand Gr. 05 stehend
R005, R006	39 kΩ
R007	15 kΩ
R008	3,9 kΩ
R01	39 kΩ
R02, R03	15 kΩ
R04	1,2 kΩ
R1	47 kΩ
R2	1 kΩ (Schichtdrehwiderstand Gr. 05 liegend)

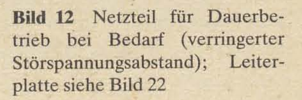
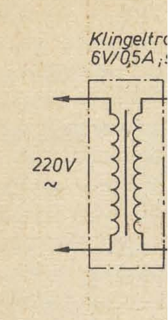
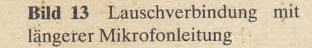


Bild 12 Netzteil für Dauerbetrieb bei Bedarf (verringerter Störspannungsabstand); Leiterplatte siehe Bild 22

Bild 21 Leiterplatte zum Wiedergabeverstärker nach Bild 9 und Bild 10 mit Schaltautomatik, Summierer und Netzwerk; a – Leiterbild, b – Bestückungsplan. Hinweis: Stromverstärkungsgruppe B des *SD 336* und R04 begrenzen den Ladestrom in C8 bei Einschalten. Alternative: *SD 346* mit beliebig höherem B, dafür statt Brücke C-C Begrenzungs-R 1 Ω





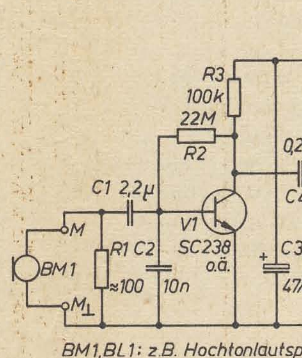
12

Bild 13 Lauschverbindung mit längerer Mikrofonleitung

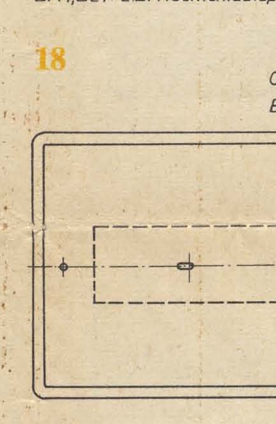


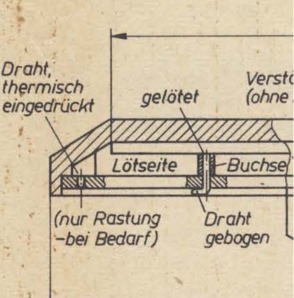
13

Bild 14 Nahezu ruhestromfreier, vom Signal geschalteter Verstärker für Weiterleiten eines Klingelsignals ohne Eingriff in die Quelle (z. B. Telefon). Gestrichelter Zusatz für Freizeichenkontrolle u. ä. (Leiterplatte siehe Bild 23)



18





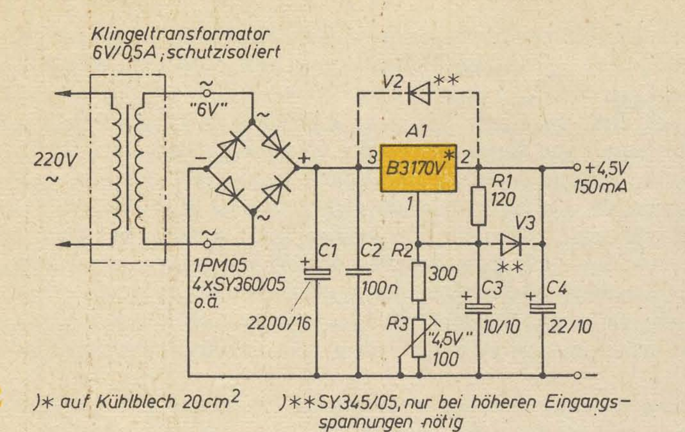


Bild 13 Lauschverbindung mit längerer Mikrofonleitung

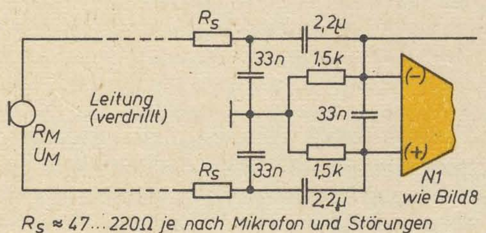
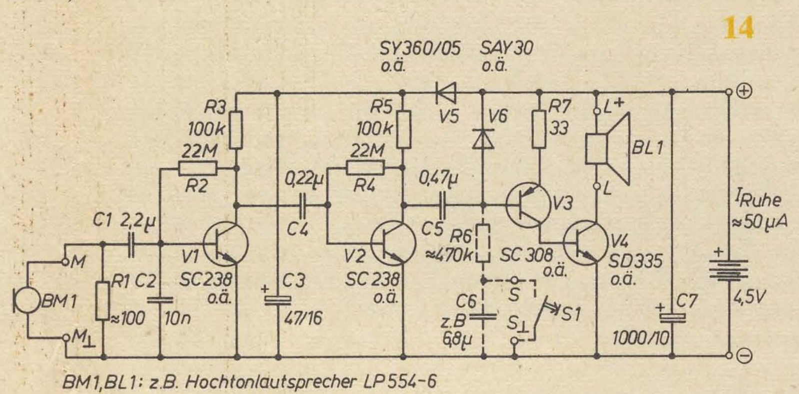


Bild 14 Nahezu ruhestromfreier, vom Signal geschalteter Verstärker für Weiterleiten eines Klingelsignals ohne Eingriff in die Quelle (z.B. Telefon). Gestrichelter Zusatz für Freizeichenkontrolle u. ä. (Leiterplatte siehe Bild 23)



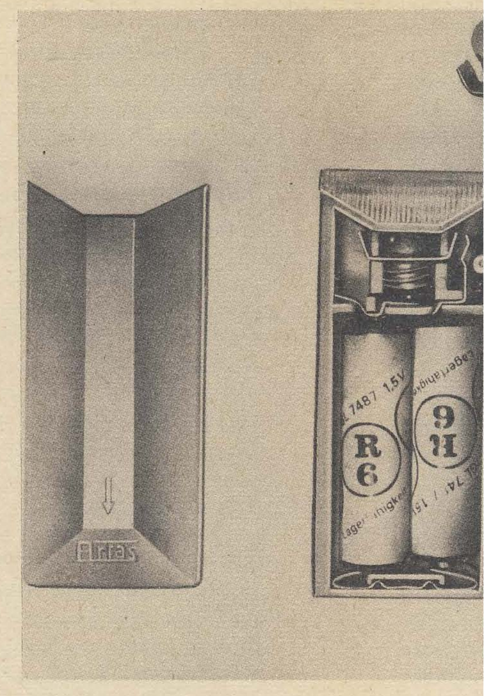


Bild 15 Aus dieser R6-Taschenleuchte (links) wird durch Abnehmen von Lampenkopf und Lampenfassung das Ausgangsteil für eine Sprechstelle (links)

Bild 16 Diese H
sowohl mehr Rau
ßere Batteriekapa
gung, wenn sie z
umgebaut wird; a
stand, b – ursprün
sicht, c – einfachs
Lautsprecheranord
112 M)

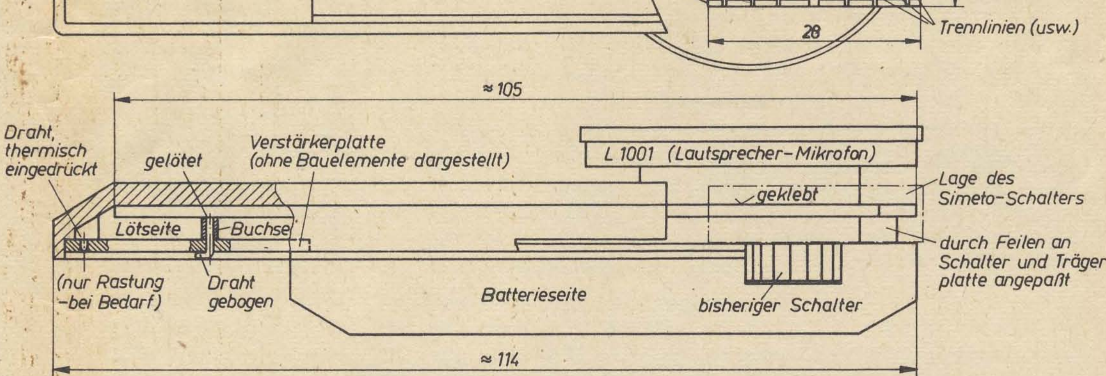
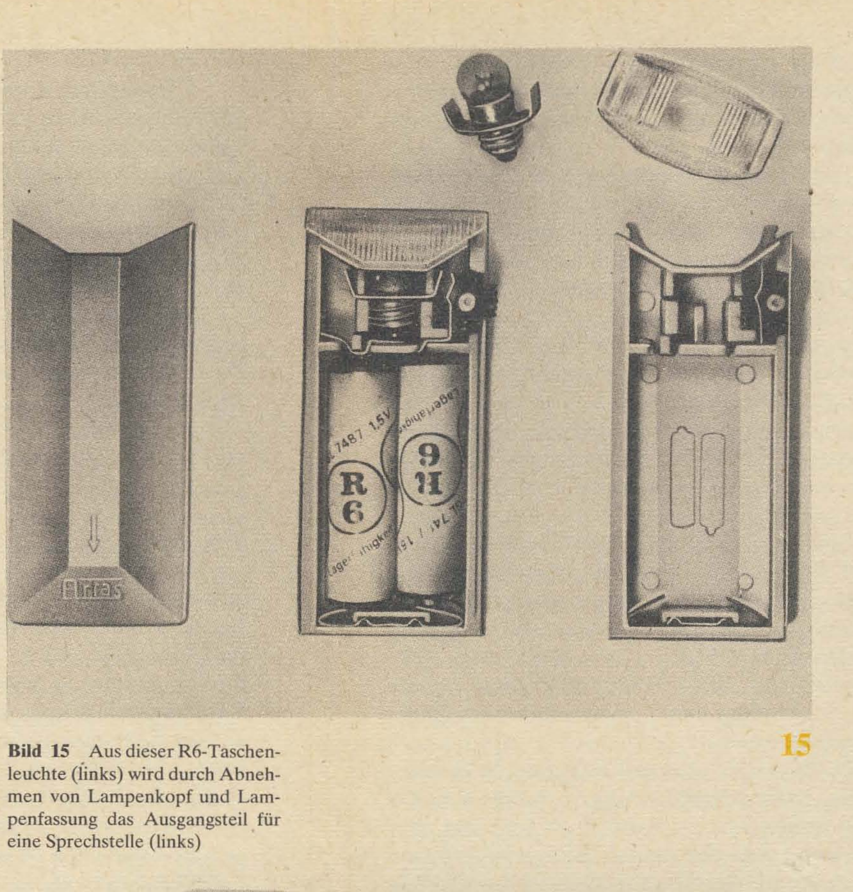


Bild 18 Montage
R6-Sprechstelle n
Leiterplatte (link
Bauelemente darg
fon und Schalter

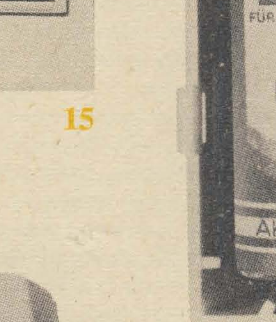
Bild 19 Leitungs
R6-Sprechstellenb
Buchse und Abdec
b – Triviallösung
Leitungsstück

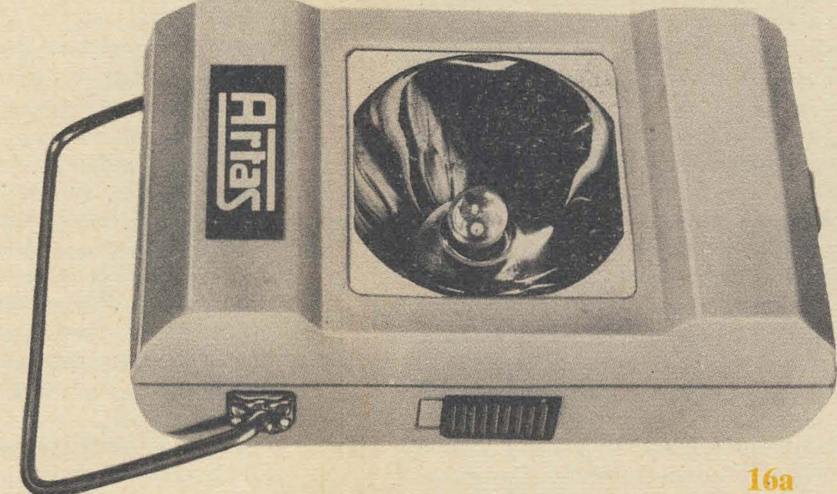
Bild 22 Leiterpla
teil nach Bild 12;
b – Bestückungspla



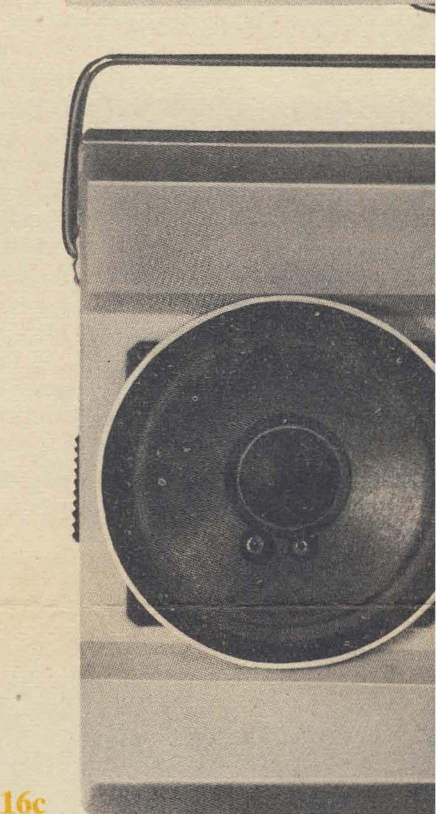
15

Bild 15 Aus dieser R6-Taschenleuchte (links) wird durch Abnehmen von Lampenkopf und Lampenfassung das Ausgangsteil für eine Sprechstelle (links)





16a



16c

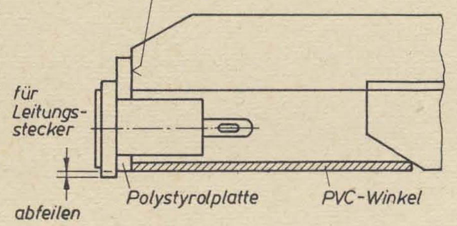
o-Schalter
)* auf Cu-Folie gelötet
28
28
Trennlinien (usw.)
-Mikrofon)
lebt
Lage des Simeto-Schalters
durch Feilen an Schalter und Trägerplatte angepaßt
Schalter

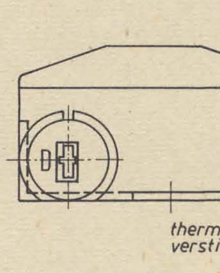
Bild 16 Diese Handlampe stellt sowohl mehr Raum als auch größere Batteriekapazität zur Verfügung, wenn sie zur Sprechstelle umgebaut wird; a – Ausgangszustand, b – ursprüngliche Innenansicht, c – einfachste Variante für Lautsprecheranordnung (Typ *L 112 M*)

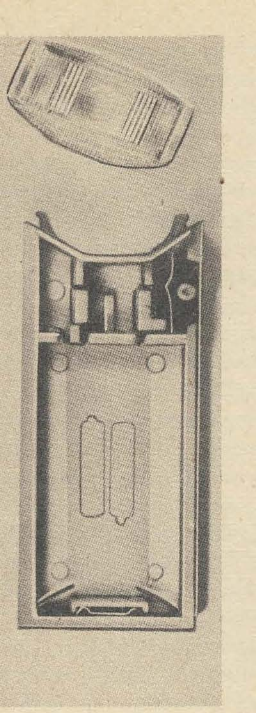
Bild 18 Montageplatte in der R6-Sprechstelle mit Verstärker-Leiterplatte (links unten, ohne Bauelemente dargestellt), Mikrofon und Schalter

Bild 19 Leitungsanschluß am R6-Sprechstellenboden; a – mit Buchse und Abdeckwinkel,
b – Triviallösung mit Buchse an Leitungsstück

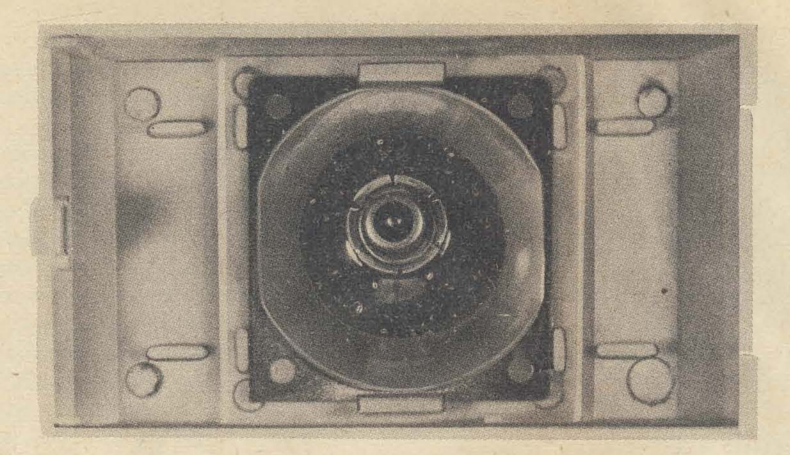
Bild 22 Leiterplatte zum Netzteil nach Bild 12; a – Leiterbild, b – Bestückungsplan

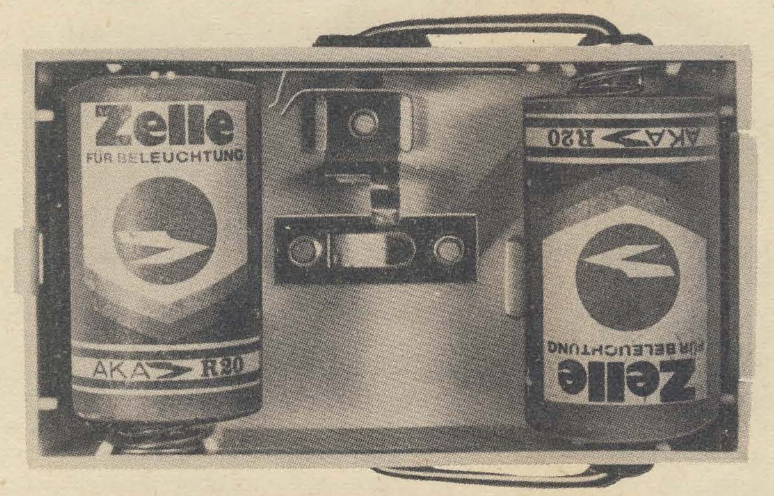






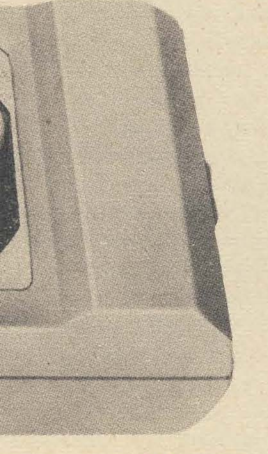
15



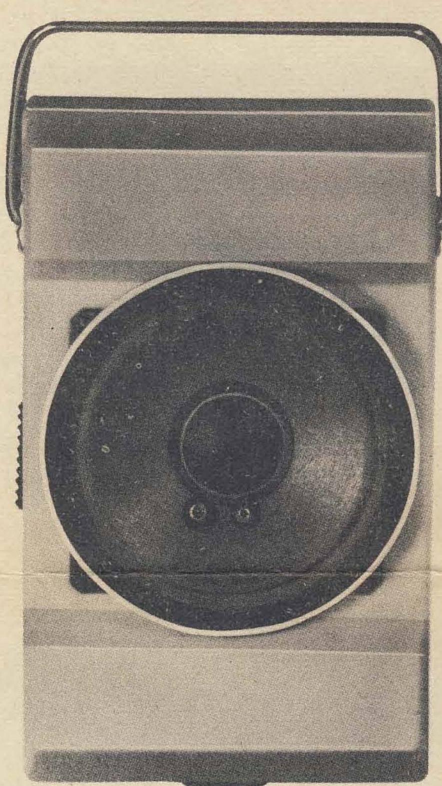


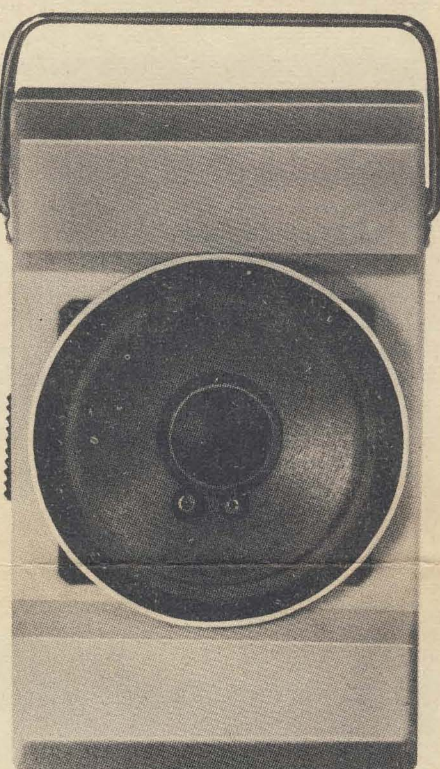
16b

17



16a





16c

a)

isolieren

A C4 C3 R2 C1 S_A A_V ⊖ ⊕ M(–) M(+)

Montageloch für Draht im Plastgehäuse (bei Bedarf)

R4 N1 861 R1 C2 Batt R3

b)

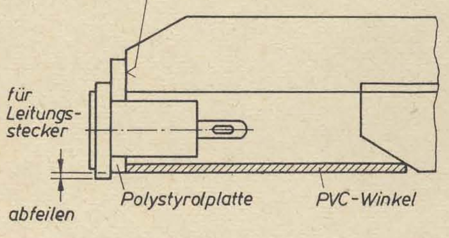
32,5

31,5

)* Keramik-Scheiben-C über 861 legen!

20

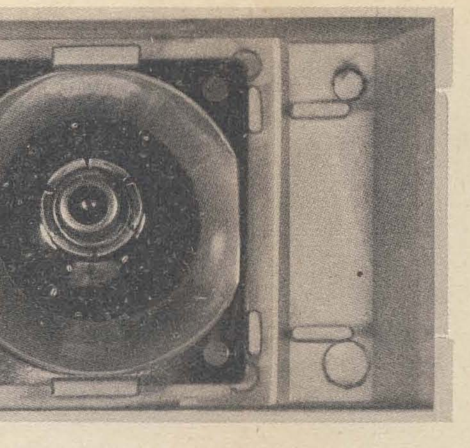
Bild 20 Leiterplatte zur Sprechstelle (Mikrofonverstärker nach Bild 8); a – Leiterbild, b – Bestückungsplan



thermisch verstiften

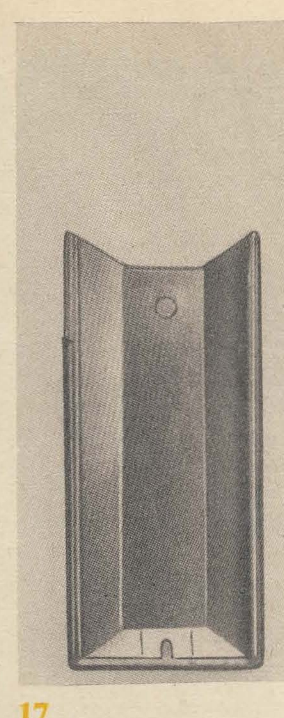
19a

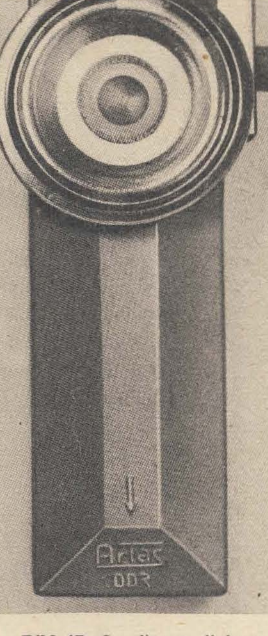
Bild 23 Leiterplatte zum »Klingelverstärker« nach Bild 14; a – Leiterbild, b – Bestückungsplan





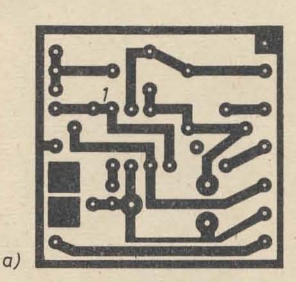
16b

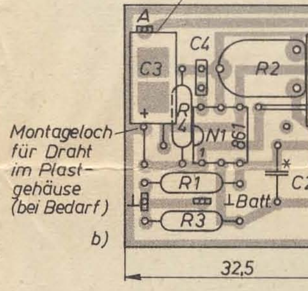




17

Bild 17 In diesem links noch einmal leer gezeigten Oberteil der R6-Leuchte befindet sich unten der Mikrofonverstärker. Die R6-Zellen im Unterteil versorgen ihn. Der Simeto-Schalter schaltet negative Batterieseite und Leitungsausgang. Als Mikrofon wurde der Kleinstlautsprecher *L 1001* eingesetzt





)* Keramik-Scheiben-C über 861 legen!

20

Bild 20 Leiterplatte zur Sprechstelle (Mikrofonverstärker nach Bild 8); a – Leiterbild, b – Bestückungsplan

Bild 23 Leiterplatte zum »Klingelverstärker« nach Bild 14; a – Leiterbild, b – Bestückungsplan

thermisch verstiften

19a

Stückliste zu Bild 8/Bild 20
Sprechstelle (Mikrofonverstärker)

Widerstände

R1, R3	1,5 kΩ
R2	47 kΩ (Schichtdrehwiderstand Gr. 05 liegend)
R4	15 kΩ

Kondensatoren

C1	1 µF/80 V Elektrolytkondensator, stehend
C2	47 ... 100 nF Keramik-Scheibenkondensator
C3	47 µF/10 V Elektrolytkondensator, stehend
C4	18 ... 47 pF Keramik-Scheibenkondensator

(stehende Typen werden in Bild 20 liegend montiert!)

Halbleiterbauelemente

N1	open-collector-Operationsverstärker *B 861 D*

Sonstiges

BM1*	Lautsprecher *L 1001* oder *L 112 M* als Mikrofon
S1*	Simeto-Schiebeschalter

9 Stecklötösen
1 Drahtbrücke
ggf. Wahlschalter für weitere Teilnehmer gemäß Text*
Leiterplatte nach Bild 20
* (außerhalb Leiterplatte)

Stückliste zu Bild 14/Bild 23
„Klingelverstärker"

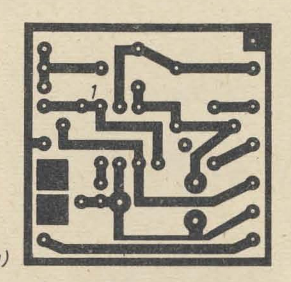
Widerstände

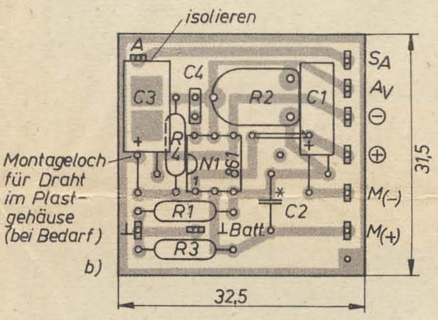
R1	100 Ω
R2, R4	22 MΩ (Typ je nach Angebot bis Baugröße 5×18)
R3, R5	100 kΩ
R6	470 kΩ
R7	33 Ω

Kondensatoren

C1	2,2 µF MKL- oder MKT-Konden-

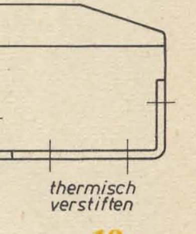






20

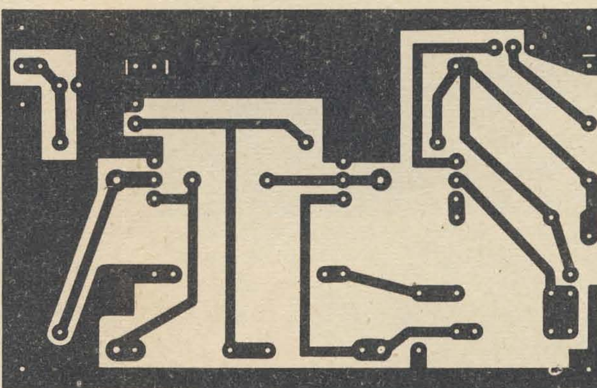
Bild 20 Leiterplatte zur Sprechstelle (Mikrofonverstärker nach Bild 8); a – Leiterbild, b – Bestükkungsplan

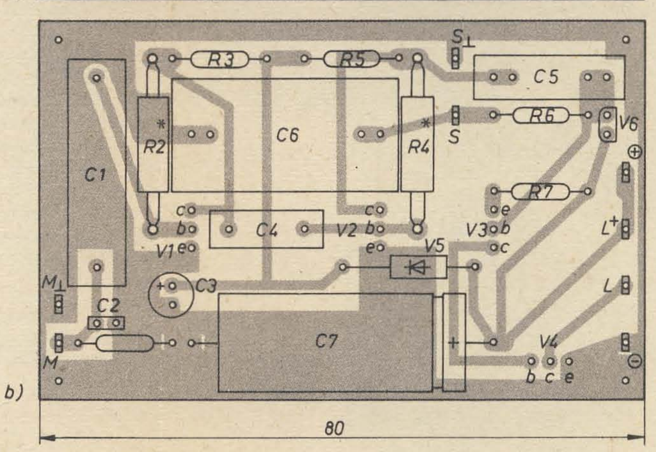


19a

Bild 23 Leiterplatte zum »Klingelverstärker« nach Bild 14; a – Leiterbild, b – Bestückungsplan

23a





23b

Stückliste zu Bild 8/Bild 20
Sprechstelle (Mikrofonverstärker)

Widerstände

R1, R3	1,5 kΩ
R2	47 kΩ (Schichtdrehwiderstand Gr. 05 liegend)
R4	15 kΩ

Kondensatoren

C1	1 μF/80 V Elektrolytkondensator, stehend
C2	47 ... 100 nF Keramik-Scheibenkondensator
C3	47 μF/10 V Elektrolytkondensator, stehend
C4	18 ... 47 pF Keramik-Scheibenkondensator

(stehende Typen werden in Bild 20 liegend montiert!)

Halbleiterbauelemente

N1	open-collector-Operationsverstärker *B 861 D*

Sonstiges

BM1*	Lautsprecher *L 1001* oder *L 112 M* als Mikrofon
S1*	Simeto-Schiebeschalter

9 Stecklötösen
1 Drahtbrücke
ggf. Wahlschalter für weitere Teilnehmer gemäß Text*
Leiterplatte nach Bild 20
* (außerhalb Leiterplatte)

Stückliste zu Bild 14/Bild 23
„Klingelverstärker"

Widerstände

R1	100 Ω
R2, R4	22 MΩ (Typ je nach Angebot bis Baugröße 5×18)
R3, R5	100 kΩ
R6	470 kΩ
R7	33 Ω

Kondensatoren

C1	2,2 μF MKL- oder MKT-Kondensator, stehend
C2	10 nF Keramik-Scheibenkondensator
C3	47 μF/16 V Elektrolytkondensator, stehend
C4	0,22 μF MKL- oder MKT-Kondensator, stehend
C5	0,47 μF MKL- oder MKT-Kondensator, stehend
C6	6,8 μF MKL- oder MKT-Kondensator, stehend
C7	1000 μF/10 V Elektrolytkondensator, liegend

Halbleiterbauelemente

V1, V2	npn-Transistor *SC 238* o. ä.
V3	pnp-Transistor *SC 308* o. ä.
V4	npn-Transistor *SD 335* o. ä.
V5	Silicium-Gleichrichterdiode *SY 360/05* o. ä.
V6	Silicium-Schaltdiode *SAY 30* o. ä.

Sonstiges

BM1*	Lautsprecher als Mikrofon, Typ wie BL1
BL1*	Hochtonlautsprecher 6 ... 15 Ω, 1 ... 2 VA *(LP 554)*
S1*	Taste oder Einschalter, siehe Text

8 Stecklötösen
Leiterplatte nach Bild 23
* (außerhalb Leiterplatte)

Gilt für alle Stücklisten:

Die Widerstände sind Kohleschichttypen der Baugrößen 2×7, 3×9 oder 3×11, 10%, wenn nicht anders angegeben. Aus Beschaffungsgründen wurden für sehr kleine und sehr große Widerstandswerte auf den Leiterplatten abweichende Baugrößen berücksichtigt.

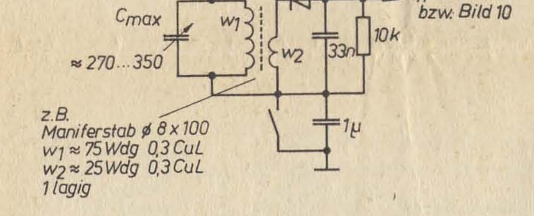


Bild 11 Rundfunkzusatz bei Bedarf. Der Schalter aktiviert die Wiedergabestelle

Stückliste zu Bild 9/Bild 10/Bild 21
Wiedergabestelle mit Schaltautomatik und Netzwerk

Widerstände

R001…R004	10 kΩ (Schichtdrehwiderstand Gr. 05 stehend
R005, R006	39 kΩ
R007	15 kΩ
R008	3,9 kΩ
R01	39 kΩ
R02, R03	15 kΩ
R04	1,2 kΩ
R1	47 kΩ
R2	1 kΩ (Schichtdrehwiderstand Gr. 05 liegend)
R3	1 Ω (Typ je nach Angebot bis Baugröße 6×16)
R4	100 Ω
R5	330 Ω

Kondensatoren

C001, C002	1 µF/80 V Elektrolytkondensator, stehend
C003	47…100 nF Keramik-Scheibenkondensator
C004	47 pF Keramik-Scheibenkondensator
C01	100 nF Keramik-Scheibenkondensator
C1, C6, C9	100 nF Keramik-Scheibenkondensator
C2	220 µF/10 V Elektrolytkondensator, liegend
C3, C10	100 µF/10 V Elektrolytkondensator, stehend
C4	3,3 nF Keramik-Scheibenkondensator
C5	470 pF Keramik-Scheibenkondensator
C7, C8	470 µF/10 V Elektrolytkondensator

(Spannungswerte erlauben Betriebsspannung bis zu 9 V!)

Halbleiterbauelemente

V001…V004	Silicium-Schaltdiode *SAY 30* o. ä.
V01	pnp-Transistor *SC 308* o. ä.
V02	npn-Transistor *SC 238* o. ä.
V03	pnp-Transistor *SD 336 B* o. ä.
N001	open-collector-Operationsverstärker *B 861 D*
N1	NF-Verstärkerschaltkreis *A 210 E* bzw. *R 210 E*

Sonstiges

BL1*	Lautsprecher 6…15 Ω, 1…2 VA (z. B. *L 2160 PO*)

Potentiometer 47 kΩ (bei Bedarf, siehe Bild 7b und Text)
14 Stecklötösen
Leiterplatte nach Bild 21
* (außerhalb Leiterplatte)

Bild 21 Leiterplatte zum Wiedergabeverstärker nach Bild 9 und Bild 10 mit Schaltautomatik, Summierer und Netzwerk; a – Leiterbild, b – Bestückungsplan. Hinweis: Stromverstärkungsgruppe B des *SD 336* und R04 begrenzen den Ladestrom in C8 bei Einschalten. Alternative: *SD 346* mit beliebig höherem B, dafür statt Brücke C-C Begrenzungs-R 1 Ω

Trennlinien (usw.)

≈ 105
Draht, thermisch eingedrückt
gelötet
Verstärkerplatte (ohne Bauelemente dargestellt)
L 1001 (Lautsprecher-Mikrofon)
Lage des Simeto-Schalters
geklebt
Lötseite
Buchse
durch Feilen an Schalter und Trägerplatte angepaßt
(nur Rastung -bei Bedarf)
Draht gebogen
Batterieseite
bisheriger Schalter
≈ 114

21a

a)

21b

b)

80

)* etwas erhöht einlöten
)** 2 mögliche Bauformen
)*** bzw. 1 Ω (siehe Bildunterschrift)

19b

a)

b)

)* an
)** für nic C2 ter

28

Trennlinien (usw.)

Lage des Simeto-Schalters

durch Feilen an Schalter und Trägerplatte angepaßt

19b

stand, b – ursprüngliche Innenansicht, c – einfachste Variante für Lautsprecheranordnung (Typ *L 112 M*)

Bild 18 Montageplatte in der R6-Sprechstelle mit Verstärker-Leiterplatte (links unten, ohne Bauelemente dargestellt), Mikrofon und Schalter

Bild 19 Leitungsanschluß am R6-Sprechstellenboden; a – mit Buchse und Abdeckwinkel, b – Triviallösung mit Buchse an Leitungsstück

Bild 22 Leiterplatte zum Netzteil nach Bild 12; a – Leiterbild, b – Bestückungsplan

16c

auf rechtwinklig gefeilt; geklebt

für Leitungsstecker

abfeilen

Polystyrolplatte

PVC-Winkel

thermisch verstiften

19a

für Draht im Plastgehäuse (bei Bedarf)

b)

R1 C2 R3 Batt M(–) M(+)

32,5

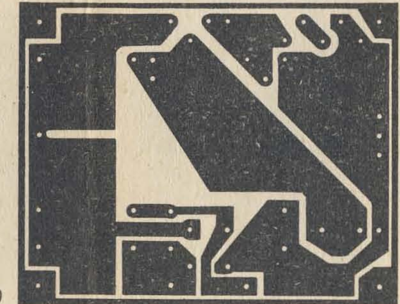
)* Keramik-Scheiben-C über 861 legen!

20

Bild 20 Leiterplatte zur Sprechstelle (Mikrofonverstärker nach Bild 8); a – Leiterbild, b – Bestückungsplan

Bild 23 Leiterplatte zum »Klingelverstärker« nach Bild 14; a – Leiterbild, b – Bestückungsplan

22



a)

V1 C4 4,5V C1 R1 C3 R3 V2 V3 N1 R2

b)

50

)* an Kühlfläche schrauben

)** für vorliegende kleine Eingangsspannung nicht nötig

C2: Keramikscheibe 100 nF dicht an 3 leiterseitig gegen Masse löten!

Stückliste zu Bild 12/Bild 22
Netzteil (wahlweise)

Widerstände

R1	120 Ω
R2	300 Ω
R3	100 Ω (Schichtdrehwiderstand Gr. 05 stehend)

Kondensatoren

C1	2200 µF/16 V Elektrolytkondensator, liegend
C2	100 nF Keramik-Scheibenkondensator
C3	10 µF/10...63 V Elektrolytkondensator, stehend
C4	22 µF/10...40 V Elektrolytkondensator, stehend

Halbleiterbauelemente

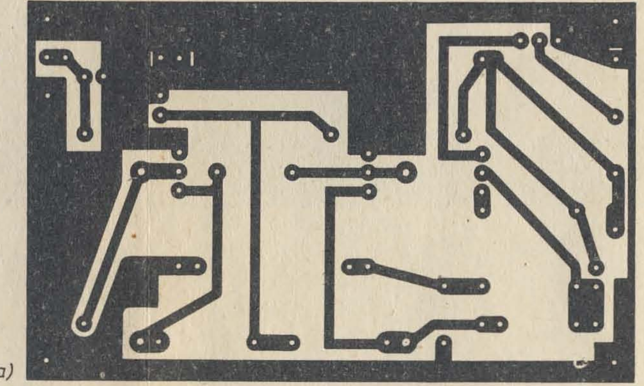
V1	Silicium-Brückengleichrichter *1 PM 05* oder 4 Silicium-Gleichrichterdioden *SY 360/05* o. ä.
V2*, V3*	Silicium-Gleichrichterdiode *SY 345/05*
N1	Spannungsregler-Schaltkreis *B 3170 V* oder *R 3170 V*

Sonstiges

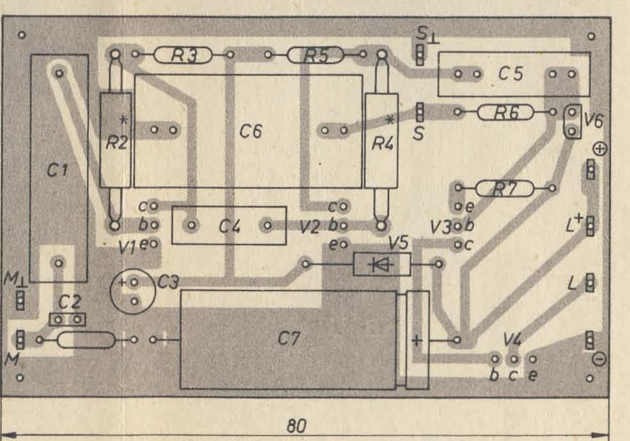
Klingeltransformator 6 V/0,5 A**
5 Stecklötösen
Leiterplatte nach Bild 22
Kühlfläche etwa 20 cm²
Schraube M3, Länge nach Kühlblechdicke, mit Scheibe und Mutter

* (für 6-V-Transformator unnötig)
** (außerhalb Leiterplatte)

23a



a)



b)

80

23b

)* alte, oft leichter erhältliche Bauform berücksichtigt (Fahnenanschlüsse zuschneiden!)

B 861 D

Sonstiges

BM1*	Lautsprecher *L 10* Mikrofon
S1*	Simeto-Schiebesch

9 Stecklötösen
1 Drahtbrücke
ggf. Wahlschalter für weitere Teiln
Leiterplatte nach Bild 20
* (außerhalb Leiterplatte)

Stückliste zu Bild 14/Bild 23
„Klingelverstärker"

Widerstände

R1	100 Ω
R2, R4	22 MΩ (Typ je nach Baugröße 5×18)
R3, R5	100 kΩ
R6	470 kΩ
R7	33 Ω

Kondensatoren

C1	2,2 µF MKL- oder sator, stehend
C2	10 nF Keramik-Sch
C3	47 µF/16 V Elektro stehend
C4	0,22 µF MKL- oder sator, stehend
C5	0,47 µF MKL- oder sator, stehend
C6	6,8 µF MKL- oder sator, stehend
C7	1000 µF/10 V Elekt sator, liegend

Halbleiterbauelemente

V1, V2	npn-Transistor *SC*
V3	pnp-Transistor *SC*
V4	npn-Transistor *SD*
V5	Silicium-Gleichrich *SY 360/05* o. ä.
V6	Silicium-Schaltdio

Sonstiges

BM1*	Lautsprecher als M BL1
BL1*	Hochtonlautsprech 1...2 VA *(LP 554)*
S1*	Taste oder Einscha

8 Stecklötösen
Leiterplatte nach Bild 23
* (außerhalb Leiterplatte)

Gilt für alle Stücklisten:

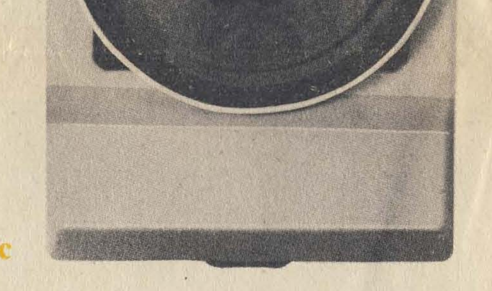
Die Widerstände sind Kohleschich ßen 2×7, 3×9 oder 3×11, 10%, angegeben. Aus Beschaffungsgrün kleine und sehr große Widerstandsw platten abweichende Baugrößen be

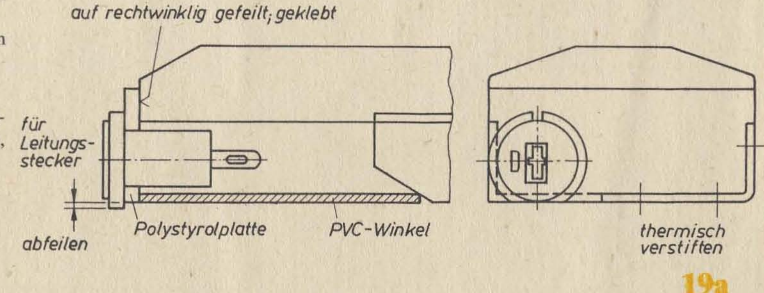
eingebaut wird, a – Ausgangszustand, b – ursprüngliche Innenansicht, c – einfachste Variante für Lautsprecheranordnung (Typ *L 112 M*)

Bild 18 Montageplatte in der R6-Sprechstelle mit Verstärker-Leiterplatte (links unten, ohne Bauelemente dargestellt), Mikrofon und Schalter

Bild 19 Leitungsanschluß am R6-Sprechstellenboden; a – mit Buchse und Abdeckwinkel, b – Triviallösung mit Buchse an Leitungsstück

Bild 22 Leiterplatte zum Netzteil nach Bild 12; a – Leiterbild, b – Bestückungsplan







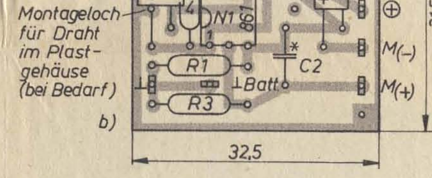
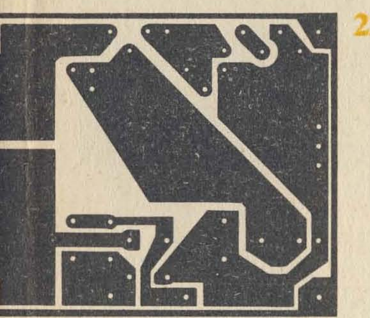


Bild 20 Leiterplatte zur Sprechstelle (Mikrofonverstärker nach Bild 8); a – Leiterbild, b – Bestükkungsplan

Bild 23 Leiterplatte zum »Klingelverstärker« nach Bild 14; a – Leiterbild, b – Bestückungsplan



an Kühlfläche schrauben
für vorliegende kleine Eingangsspannung nicht nötig
C2: Keramikscheibe 100nF dicht an 3 leiterseitig gegen Masse löten!

Stückliste zu Bild 12/Bild 22

Netzteil (wahlweise)

Widerstände

R1	120 Ω
R2	300 Ω
R3	100 Ω (Schichtdrehwiderstand Gr. 05 stehend)

Kondensatoren

C1	2200 μF/16 V Elektrolytkondensator, liegend
C2	100 nF Keramik-Scheibenkondensator
C3	10 μF/10 ... 63 V Elektrolytkondensator, stehend
C4	22 μF/10 ... 40 V Elektrolytkondensator, stehend

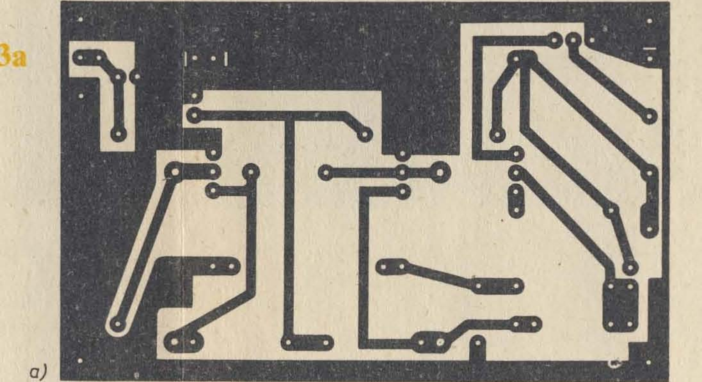
Halbleiterbauelemente

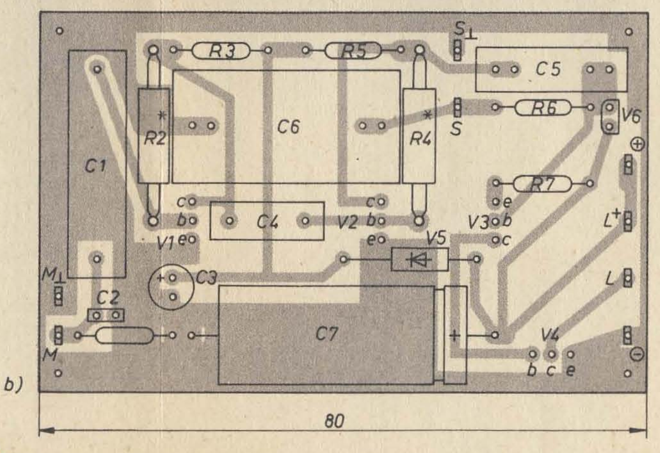
V1	Silicium-Brückengleichrichter *1 PM 05* oder 4 Silicium-Gleichrichterdioden *SY 360/05* o. ä.
V2*, V3*	Silicium-Gleichrichterdiode *SY 345/05*
N1	Spannungsregler-Schaltkreis *B 3170 V* oder *R 3170 V*

Sonstiges

Klingeltransformator 6 V/0,5 A**
5 Stecklötösen
Leiterplatte nach Bild 22
Kühlfläche etwa 20 cm²
Schraube M3, Länge nach Kühlblechdicke, mit Scheibe und Mutter

* (für 6-V-Transformator unnötig)
** (außerhalb Leiterplatte)





N1	open-collector-Operationsverstärker *B 861 D*

Sonstiges

BM1*	Lautsprecher *L 1001* oder *L 112 M* als Mikrofon
S1*	Simeto-Schiebeschalter

9 Stecklötösen
1 Drahtbrücke
ggf. Wahlschalter für weitere Teilnehmer gemäß Text*
Leiterplatte nach Bild 20
* (außerhalb Leiterplatte)

Stückliste zu Bild 14/Bild 23

„Klingelverstärker"

Widerstände

R1	100 Ω
R2, R4	22 MΩ (Typ je nach Angebot bis Baugröße 5×18)
R3, R5	100 kΩ
R6	470 kΩ
R7	33 Ω

Kondensatoren

C1	2,2 μF MKL- oder MKT-Kondensator, stehend
C2	10 nF Keramik-Scheibenkondensator
C3	47 μF/16 V Elektrolytkondensator, stehend
C4	0,22 μF MKL- oder MKT-Kondensator, stehend
C5	0,47 μF MKL- oder MKT-Kondensator, stehend
C6	6,8 μF MKL- oder MKT-Kondensator, stehend
C7	1000 μF/10 V Elektrolytkondensator, liegend

Halbleiterbauelemente

V1, V2	npn-Transistor *SC 238* o. ä.
V3	pnp-Transistor *SC 308* o. ä.
V4	npn-Transistor *SD 335* o. ä.
V5	Silicium-Gleichrichterdiode *SY 360/05* o. ä.
V6	Silicium-Schaltdiode *SAY 30* o. ä.

Sonstiges

BM1*	Lautsprecher als Mikrofon, Typ wie BL1
BL1*	Hochtonlautsprecher 6 ... 15 Ω, 1 ... 2 VA *(LP 554)*
S1*	Taste oder Einschalter, siehe Text

8 Stecklötösen
Leiterplatte nach Bild 23
* (außerhalb Leiterplatte)

Gilt für alle Stücklisten:

Die Widerstände sind Kohleschichttypen der Baugrößen 2×7, 3×9 oder 3×11, 10%, wenn nicht anders angegeben. Aus Beschaffungsgründen wurden für sehr kleine und sehr große Widerstandswerte auf den Leiterplatten abweichende Baugrößen berücksichtigt.